



Curso 2013-14

Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar

12 sep. 14

AUTOR:

JOSÉ MANUEL OLIVARES PALOMARES

TUTOR ACADÉMICO:

Amadeo Pascual Galán – Física Aplicada



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ETS de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València

Resumen

El objetivo principal de este proyecto consiste en la realización de un análisis de una vivienda unifamiliar que no cumple correctamente con la eficiencia energética y, posteriormente, proponer una serie de modificaciones en dicha vivienda en cuanto a la envolvente y a equipos de instalaciones, como lo son los sistemas de ACS, calefacción, refrigeración e iluminación, con el fin de mejorar la eficiencia energética de la misma. Este análisis será llevado a cabo mediante herramientas informáticas, cumpliendo todas las modificaciones propuestas con la normativa vigente actual. Por último, se realizará un estudio de la viabilidad económica de dichas propuestas de mejora, con el fin de dar a conocer si dichas propuestas, aparte de mejorar la eficiencia energética de la vivienda unifamiliar, son económicamente rentables.

Palabras clave: vivienda unifamiliar, eficiencia energética, envolvente, equipos de instalaciones, viabilidad económica.

The main objective of this project involves an analysis of a single family home which does not fulfill properly with energy efficiency. Subsequently, I will propose a series of modifications for changing the covering of the house and the installation equipment (such as ACS systems, heating, cooling and lighting), in order to improve the energy efficiency of it. This analysis will be carried out using computer software, complying with all the proposed modifications to current regulations. Finally, a study of the economic viability of the proposed improvements will be made, in order to disclose whether such proposals, in addition to improving the energy efficiency of the dwelling unit, are economically profitable.

Key words: single family home, energy efficiency, covering, installation equipment, economic viability.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a todos mis compañeros conocidos durante estos años de carrera su ayuda y comprensión, ya que sin ellos habría sido todo más dificultoso, y con ellos solo ha sido una agradable travesía.

Destacar también mis agradecimientos a mis padres y a mi hermana, por su continuo apoyo incondicional en mi vida.

La familia y las verdaderas amistades son lo más importante en esta vida, y en esta carrera he conocido a personas que llevaré siempre conmigo.

Gracias.

Acrónimos utilizados

- **ACS:** Agua Caliente Sanitaria
- **CAD:** Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador
- **CE3X:** Programa para la obtención de la Certificación Energética
- **CTE:** Código Técnico de la Edificación
- **DB-HE:** Documento Básico de Ahorro de Energía
- **DB-SE-C:** Documento Básico de Seguridad Estructural
- **IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

- **LOE:** Ley de Ordenación de la Edificación
- **ONU:** Organización de las Naciones Unidas
- **RD:** Real Decreto
- **RITE:** Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
- **UE:** Unión Europea
- **VEEI:** Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

Índice

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	9
1.1. Introducción	9
1.1.1. Introducción histórica.....	12
1.2. Conceptos básicos de la eficiencia energética	15
1.3. Normativa para la Certificación Energética.....	18
1.4. Objetivos.....	24
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO	25
2.1. Memoria Descriptiva	25
2.1.1. Descripción del edificio.....	25
2.1.2. Zona climática.....	28
2.2. Memoria Constructiva	29
2.2.1. Sustentación del edificio.....	29
2.2.2. Sistema estructural.....	30
2.2.3. Sistema envolvente	30
2.2.4. Sistema de acabados	31
2.2.5. Sistemas de instalaciones	32

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO	35
3.1. Orientación del edificio	35
3.2. Estudio de la envolvente	38
3.2.1. Cálculo de la envolvente.....	43
3.2.1.1. Fachada principal.....	44
3.2.1.2. Fachada posterior.....	46
3.2.1.3. Medianeras.....	48
3.2.1.4. Cubierta inclinada	49
3.2.1.5. Tabique garaje y forjado PB-P1	50
3.2.1.6. Huecos de fachada.....	56
3.2.1.7. Pérdidas totales de la envolvente	58
3.3. Instalación ACS	59
3.4. Instalación Iluminación.....	68
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA.....	69
4.1. Envolvente	69
4.1.1. Fachada principal.....	71
4.1.2. Fachada posterior.....	73
4.1.3. Medianeras.....	75
4.1.4. Cubierta inclinada	76
4.1.5. Tabique garaje y Forjado PB-P1.....	77
4.1.6. Huecos de fachada.....	82
4.1.6.1. Factor solar modificado	83

4.1.7.	Pérdidas de la envolvente	88
4.1.8.	Cumplimiento del CTE DB-HE-1	89
4.1.9.	Condensaciones	91
4.1.10.	Estudio económico	97
4.2.	Equipo ACS.....	99
4.2.1.	Estudio económico	101
4.3.	Calefacción.....	106
4.3.1.	Aportación solar a la calefacción.....	113
4.3.2.	Estudio económico	114
4.4.	Refrigeración	116
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES FINALES		117
5.1.	Calificación energética de la vivienda.....	118
5.2.	Instalación ACS	120
5.3.	Instalación calefacción.....	121
5.4.	Viabilidad económica total	123
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		126
CAPÍTULO 7. ÍNDICE DE FIGURAS		128
CAPÍTULO 8. ANEXOS.....		135
8.1.	Anexo I - Planos	135
8.2.	Anexo II – Certificación energética.....	136

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1. Introducción

Desde los orígenes de la Tierra se han producido una serie de fluctuaciones climáticas por el correcto curso de la naturaleza, como por ejemplo lo son las variaciones solares, pero la sociedad de hoy en día se preocupa en especial por la atmósfera, variable importante de la situación presente en cuanto al *cambio climático* (la emisión de CO₂ a la atmósfera reduce la emisión de calor al espacio y, como consecuencia de ello, provoca un calentamiento mayor del planeta).

Además, cabe destacar el “*efecto antropogénico*” como consecuencia de modificación en la atmósfera, siendo otra variable importante refiriéndonos al cambio climático. El aumento de la población mundial ha provocado que se aumente considerablemente la utilización de energías renovables y, como consecuencia, la alta emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

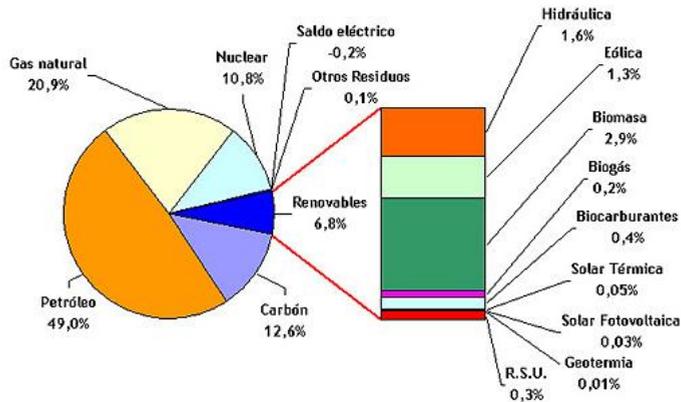


Ilustración 1. Consumo (%) de energías primarias (España).2014. Web Escuelapedia.

Por estos factores se realizan una serie de planes de choque para reducir esta emisión de gases de efecto invernadero debido a una preocupación mundial por este problema, apostando cada vez más por el uso de energías renovables. Hablamos de energías renovables cuando se trata de energías que provienen de una fuente natural cuyo potencial es inagotable. Las energías renovables comúnmente conocidas son las citadas a continuación:

- La **Energía Eólica** es aquella producida por el viento. La energía cinética del viento es convertida en energía eléctrica mediante aerogeneradores (molinos de viento).

- La **Energía Hidráulica** es aquella producida por el agua. Mediante turbinas hidráulicas en las presas se transforma la fuerza del agua en energía eléctrica.
- La **Energía Biomasa** es aquella producida de los compuestos orgánicos formados en procesos naturales. Mediante en aprovechamiento de residuos domésticos y agrícolas e incluso mediante ciertas especies de plantas se obtiene dicha energía.
- La **Energía Solar** es aquella producida por las radiaciones del Sol.
La radiación solar puede ser *directa* (incidencia directa de los rayos del Sol) y la *difusa* (Radiación absorbida por el polvo atmosférico y el aire). Las placas solares se encargan de absorber dichas radiaciones.
Esta energía se puede aprovechar mediante *vías térmicas*, en las que la energía del Sol es convertida en energía calorífica, y mediante *vías fotovoltaicas*, en las que la dicha energía es convertida en energía eléctrica.

Existen otras energías renovables que aun no son del todo eficientes para su utilización, debido a que están en desarrollo, como la **Energía Geotérmica**, la **Energía del mar** o la **Energía Nuclear**.

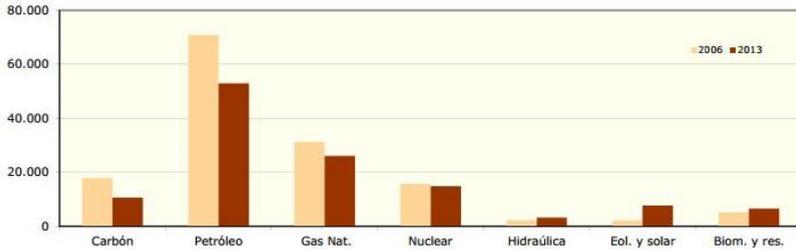


Ilustración 2. Consumo de energías primarias 2006-2013.2013.Web del Boletín Estadístico del Ministerio.

1.1.1. Introducción histórica

El comienzo de la utilización de las fuentes energéticas se remonta a muchos años atrás, donde se aprovechaban las acciones de la naturaleza como fuentes de energía principal, como, por ejemplo, transformar la acción del viento en energía aprovechable, haciendo girar unos molinos de viento instalados para dicha función, es decir, lo que hoy en día es conocido como una central eólica.

Estos recursos naturales fueron pasando a la historia con la aparición de los combustibles fósiles durante la Revolución Industrial, aunque la situación cambió debido a que estas fuentes de energía no eran inagotables, por lo que la Energía Renovable volvió a ser fruto de uso en los años 70.

Durante la década de los 70 son llevadas a cabo una serie de informes, reuniones y protocolos para disminuir y evitar el efecto invernadero debido a la emisión de gases a la atmósfera, con el fin de concienciar a la humanidad de la importancia de cuidar la naturaleza y el medio ambiente y de la necesidad de reducir la cantidad de gases emitidos de efecto invernadero.

El protocolo más importante, que fue aprobado y firmado a nivel mundial, fue la firma del Protocolo de Kyoto en 1992, cuya misión principal era precisamente que los países que firmaron dicho protocolo se comprometieran a reducir el nivel de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Además, la ONU realiza anualmente conferencias sobre el cambio climático.

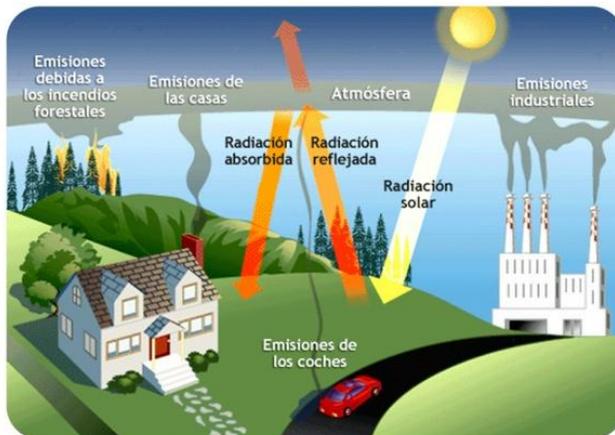


Ilustración 3. Efecto Invernadero.2014.Web Google imágenes.

Con la entrada en vigor del CTE en 2006 se establecen una serie de requisitos de obligado cumplimiento en cuanto a seguridad y habitabilidad establecidos por la LOE. Las exigencias básicas en cuanto a ahorro energético están establecidas en el DB-HE, cumpliendo así con las directivas que llegan desde la UE a nuestro país.

En 2002 se regula la certificación energética, debiendo poner a disposición de cualquier inquilino o comprador de un edificio, ya sea construcción, venta o alquiler, un certificado energético de dicha edificación, mediante la directiva europea 2002/91/CE. Sin embargo, en España no se impuso esta obligación hasta el 1 de Junio del año 2013 mediante la publicación del Real Decreto RD 235/2013 en Abril de este año, siendo la emisión del certificado de eficiencia energética voluntario anteriormente a esta fecha.

1.2. Conceptos básicos de la eficiencia energética

Se debe dar conocimiento de unos conceptos básicos de la eficiencia energética para la correcta comprensión del desarrollo de este proyecto. Los conceptos básicos que cabe destacar son los descritos a continuación.

- La **conductividad térmica** es la propiedad física de cualquier material que mide la capacidad de conducción del calor a través del mismo.

$$\lambda \text{ (W/mk)} = \frac{\phi \cdot e}{S \cdot \Delta T}$$

- ϕ = cantidad de calor que atraviesa el material
- e = espesor
- S = superficie
- ΔT = diferencia de temperatura entre sus caras

El coeficiente de conductividad térmica (λ) caracteriza la cantidad de calor necesario por m^2 , para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m. de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras.

La magnitud inversa de la **conductividad térmica** es la **resistencia térmica**.

- La **resistencia térmica** es la capacidad de un material de oponerse al flujo del calor. En el caso de los materiales homogéneos, es la razón entre el grosor del material y la conductividad térmica del mismo; en materiales no homogéneos, la resistencia es el inverso de la conductividad térmica.

$$R_t(\text{m}^2\text{k}/\text{W}) = \frac{e}{\lambda}$$

- e = espesor
 - λ = conductividad térmica
-
- La **transmitancia térmica** es el flujo de calor en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

$$U (\text{W}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{\lambda}{e} = \frac{1}{R_t}$$

- λ = conductividad térmica
- e = espesor
- R_t = resistencia térmica

La magnitud inversa a la transmitancia térmica es la resistencia térmica.

- Se consideran **puentes térmicos** las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos.
- La **presión de vapor** es la presión parcial que ejerce el vapor de agua contenida en el aire.
- La **presión de saturación** es la presión parcial por la máxima proporción de vapor de agua que puede existir en el aire húmedo.
- La **Temperatura de Rocío**, también conocida como Punto de Rocío, es la temperatura en la que el vapor de agua presente en el ambiente comienza a condensarse en las paredes.

1.3. Normativa para la Certificación Energética

La normativa actual se inició en 1997, con la firma del acuerdo “*Protocolo de Kyoto*” de medidas contra el cambio climático. Posteriormente, en 2005, dicho acuerdo entra en vigor

En 2007 se crea el Compromiso 20/20/20 del Consejo Europeo, cuya función principal consiste en que en el año 2020 se consiga:

- Un 20% de reducción de gases invernadero.
- Un 20% de aumento de consumo final de energías renovables.
- Un 20% de mejora de la eficiencia energética.

La trasposición de la normativa europea en España consiste fundamentalmente:

- La directiva 2012/27/UE, la cual contiene el RD 235/2013. Dicha directiva es relativa a la eficiencia energética, es decir, que va más allá de la edificación. Además, esta aprueba el Procedimiento Básico para la CEEE y obliga a la emisión del certificado energético para

aquellas edificaciones que posteriormente vayan a ser objeto de venta o alquiler.

- La Directiva 2002/91/CE, la cual contiene el RD 314/2006, el RD 1027/2007 y el RD 47/2007 (derogado por el RD 235/2013 de la directiva 2012/27/UE). La función principal de esta directiva es el fomento de la eficiencia energética en edificios y las actuaciones sobre los mismos.
- La Directiva 2010/31/CE. El objetivo de esta directiva es conseguir edificaciones cuyo consumo de energía se considere prácticamente nulo para el 2020.
- La Directiva 2012/27/UE. El objetivo de esta directiva es establecer una serie de medidas comunes para el fomento de la eficiencia energética con el fin de asegurar un 20% de ahorro de energía para 2020, con el fin de encaminar a mejoras superiores para este año.
- Plan de acción y ahorro de eficiencia energética (2008 – 2012), el cual generará un ahorro de 87,9 millones de toneladas equivalentes de petróleo y reducirá en 238 millones las emisiones de CO₂.
- Plan de acción y ahorro de eficiencia energética (2011 – 2020). Incluye un anexo con la cantidad de energía ahorrada en el año 2010 respecto a 2004 y 2007.

- Real Decreto RD 235 / 2013, que deroga al RD 47/2007 y en el que se establece el procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética y las condiciones administrativas y técnicas para las certificaciones de eficiencia energética de proyectos y edificios terminados. Con la realización de una venta, alquiler o construcción de edificios, será imprescindible mostrar al arrendatario el certificado energético del edificio objeto y entregar una copia de la misma.

Esta normativa se reúne en nuestro país en el documento de obligado cumplimiento: el CTE. En 2009 fue publicado el DB-HE referente a eficiencia energética:

- HE 1: Limitación de la demanda energética, por el que se limita la presencia de condensaciones superficiales y en el interior de los cerramientos así como las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, estableciendo una transmitancia térmica límite en todos los elementos de la envolvente del edificio.

- HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas, que se desarrolla en el RITE y tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

- HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, por el que se establece el cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) para que no supere unos valores límite.

- HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, en el que se establecen el cálculo de la contribución mínima de Agua Caliente Sanitaria (ACS) obtenida con placas solares térmicas, las condiciones de diseño, dimensionado y mantenimiento

- HE 5: *Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica*, procedimientos de cálculo de la potencia a instalar y cálculo de las placas solares fotovoltaicas (No necesario para viviendas unifamiliares).

Como ya se ha definido anteriormente, el RD 235/2013 tiene como función principal la obligación de la emisión de un certificado energético para las edificaciones que vayan a venderse o alquilarse. Dicha obligación será impuesta en el promotor o propietario del inmueble y se realizará en los siguientes casos:

- Edificio (o parte del mismo) que vaya a ser objeto de venta o alquiler a un nuevo arrendatario.
- Edificio (o parte del mismo) en que una autoridad pública ocupe una superficie útil superior a los 250 m² sean frecuentados habitualmente por el público.
- Edificio de nueva construcción.

La persona competente para certificar será un técnico competente que posea cualquiera de las titulaciones profesionales según la LOE para la realización y redacción de proyectos y la dirección de ejecución de obras., el cual será elegido por el propietario.

En este certificado se asigna una clase de eficiencia energética reflejada en una etiqueta, que será variable desde la clasificación “G” hasta la clasificación “A”, en orden creciente en cuanto a eficientes energéticamente, dependiendo de las emisiones de CO₂ y del consumo energético del edificio objeto.

Para la realización del certificado energético, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y el Ministerio de Fomento (responsables de esta transposición), encomiendan al IDAE que se disponga al público una serie de programas informáticos de calificación energética para edificios existentes. Dichos programas, de aplicación en el territorio nacional, son:

- CERMA
- CE3
- CE3X
- Calener

El certificado energético deberá contener obligatoriamente:

- Identificación del edificio y referencia catastral.
- Procedimiento.
- Normativa de aplicación.
- Calificación de eficiencia energética (etiqueta energética).
- Características energéticas del edificio y demás información necesaria para obtener dicha calificación.

- Recomendaciones de mejora, que abordarán cualquier tipo de información que el propietario necesite tener en su conocimiento para la realización de las reformas recomendadas. Dichas recomendaciones siempre deberán ser viables técnica y económicamente.
- Descripción de pruebas y comprobaciones.
- Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

1.4. Objetivos

Conseguir una vivienda de consumo cero en cuanto a eficiencia energética se refiere sería el objetivo ideal para este proyecto, pero para ello la contribución económica sería muy elevada. Por lo tanto, el objetivo principal de este proyecto será buscar una solución en término medio entre economía y eficiencia energética.

Para ello estudiaremos la orientación del edificio, los cerramientos y los sistemas activos de la vivienda objeto de estudio. Posteriormente a la realización de este estudio, se realizará un estudio de los posibles cambios que podemos hacerle a la vivienda para mejorarla energéticamente y finalmente se estudiarán todos los casos económicamente para poder observar que cambios saldrían rentables y cuáles no.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

2.1. Memoria Descriptiva

2.1.1. Descripción del edificio

La vivienda objeto de estudio es de una vivienda unifamiliar situada en la calle Convento Nº 40 de la localidad de Santa María del Campo Rus (Cuenca).

La parcela presenta una superficie de aproximadamente 134,05 m², cuya planta es irregular.



Ilustración 4. Plano de situación y emplazamiento del solar.2014.Web Googlemaps.

Se trata de una vivienda unifamiliar que se distribuye de tal forma que la planta baja consta de distribuidor, salón comedor donde se sitúa la escalera de subida a la primera planta, cocina con despensa, un dormitorio, un aseo y el garaje de la vivienda; por otro lado, la planta primera dispone de distribuidor, vestidor, aseo, salón y dos dormitorios.

PLANTA BAJA	
Distribuidor	3,46 m ²
Salón-comedor	17,58 m ²
Cocina	8,93 m ²
Despensa	2,12 m ²
Aseo	3,27 m ²
Dormitorio	7,83 m ²
PLANTA ALTA	
Distribuidor	8,15 m ²
Salón	11,56 m ²
Dormitorio	12,07 m ²
Dormitorio	12,25 m ²
Aseo	3,48 m ²
Vestidor	3,55 m ²

Tabla 1. Superficies útiles de la vivienda.2014.Excel.

PLANTA BAJA – Vivienda	52,24 m ²
PLANTA BAJA – Garaje	14,89 m ²
PLANTA ALTA – Vivienda	67,52 m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	134,65 m²

Tabla 2. Superficies construidas de la vivienda.2014.Excel.

SUPERFICIE DE LA PARCELA	135,05 m²
---------------------------------	-----------------------------

Tabla 3. Superficie del solar.2014.Excel.

2.1.2. Zona climática

Por la situación geográfica y, según el sistema de clasificación climática de “Köppen”, hablamos de un clima “seco verano subtropical” más conocido como clima Mediterráneo. Esta zona tiene un clima con una temperatura media superior a los 10 °C en sus meses más cálidos, y un promedio entre 18 °C y -3 °C en los meses más fríos. La temperatura promedio del año en Cuenca es de 12,6 °C. El mes más cálido es el de Julio (con una temperatura promedio de 22,7 °C) y el mes más frío es Enero (con una temperatura promedio de 4,3 °C).

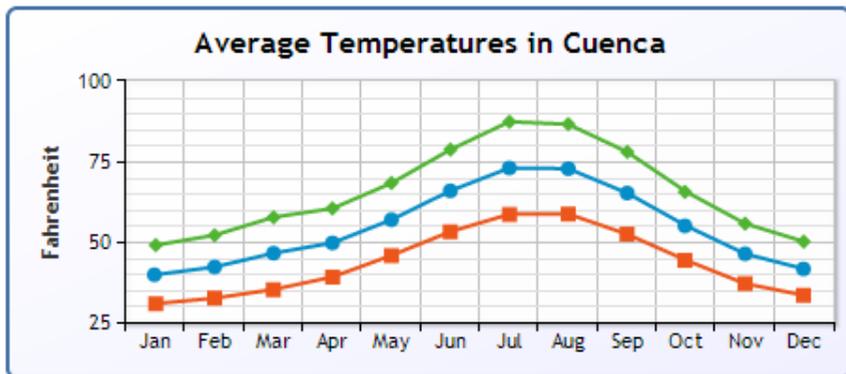


Ilustración 5. Promedio de temperaturas en Cuenca.2014.Web Weatherbase.

La cantidad media de la precipitación durante el año en Cuenca es de 508 mm. El mes con más precipitaciones en promedio es el mes de Mayo con 61 mm de precipitación, y el mes con menos es Julio, con un promedio de 15,2 mm. Hay un promedio de 73 días de precipitaciones en esta zona, con la mayoría de estas en Abril con un promedio de 8 días y la minoría en Julio con un promedio de 2 días.

2.2. Memoria Constructiva

2.2.1. Sustentación del edificio

El tipo de construcción del edificio es C-0 (construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300m), y el grupo del terreno es T-1 (terreno favorable, con poca variabilidad y práctica habitual en la zona con cimentación directa), según la tabla 3,4 del Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE-C). En solera, se emplea un hormigón HA-25/P/40/IIa (se echa una capa de hormigón de limpieza que proteja la base de la cimentación)

2.2.2. Sistema estructural

- El sistema estructural está formado por pórticos de hormigón armado de sección cuadrada o circular y por vigas de canto y/o plantas en función de las luces a salvar.
- **Forjados:** Sobre estos pórticos, se emplean apoyados forjados unidireccionales de canto 25 + 5 cm de bovedilla cerámica. Se trata de un forjado de viguetas pretensadas con un intereje de 70 cm., canto de bovedilla de 25 cm. y una losa superior de canto 5 cm.

2.2.3. Sistema envolvente

- **Cerramientos:** El cerramiento de fachada es a base de fábrica de ladrillo macizo perforado de un pie de espesor, sentado con mortero de cemento y arena de río cribada 1:6, para revestir exteriormente de mortero monocapa. En la parte interior de este cerramiento, se coloca un aislante de poliestireno expandido más un tabicón de de ladrillo hueco doble de 7 cm. de espesor.

- **Formación de cubierta:** La cubierta se forma mediante una formación de pendiente a base de tabiques palomeros, con una inclinación del 30%, y tablero a base de rasillón, con capa de compresión de 3 cm.. El aislante térmico utilizado es manta de fibra de vidrio IBR100. Se completa la formación de la cubierta con teja mixta.
- **Aislamientos:** Los aislamientos térmicos son a base de poliestireno expandido de 22 kg/m³ de densidad.

2.2.4. Sistema de acabados

- **Carpintería exterior:** Las ventanas son de aluminio lacado, de hojas practicables. La puerta de acceso a vivienda es de madera. Las puertas que dan al patio exterior son abatibles de aluminio lacado.
- **Carpintería interior:** La carpintería interior se ejecutará con puertas plafonadas de aglomerado macizas rechapadas en roble similar de madera de pino de 7 x 3,5 cm., y con tapajuntas chapados en misma madera, así como plinto de madera maciza, en el mismo tono.

- **Vidrios:** Se utiliza un vidrio doble con cámara de 4 / 6 / 4 mm de espesor, en ventanas y puertas exteriores, con suficiente resistencia al viento y térmica, sellado a la carpintería con silicona incolora. En las vidrieras de las puertas interiores se utiliza un vidrio listral biselado de 5 mm. de espesor, sellado a la carpintería con silicona.

2.2.5. Sistemas de instalaciones

- **Instalaciones eléctricas y de alumbrado:** En el cerramiento se instala un armario de poliéster tipo hidroeléctrica para la instalación de fusibles, contador y conexiones desde la general. Cuadro de mandos y protección en vivienda, compuesto por interruptor diferencial e interruptores magnetotérmicos según número de circuitos. Toma de tierra completamente instalada, formada con electrodos de cobre, cable de unión, tubo de acero roscado y galvanizado y conductor de L.W.R.. Todos los conductores a emplear en la instalación de los circuitos son de cobre (Cu), con aislamiento de PVC 0,6 / 1 KV, de secciones tales que las caídas de tensión no sean, en los puntos más desfavorables, superiores al 3 % para la instalación de alumbrado, y al 5 % para la instalación de fuerza. Los circuitos discurren por el interior de tubos flexibles corrugados de PVC, en montaje empotrado en la tabiquería y cerramiento, para las tomas

de corriente y alumbrado en pared, mientras que para el alumbrado en techo de montaje de los tubos es empotrado en las bovedillas, tal como establece el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. En ningún caso discurrirían bajo solado.

- **Instalaciones de fontanería:** La presente instalación contiene el suministro de agua fría y caliente a partir de la red municipal. El tramo de acometida en polietileno de 25 mm. de diámetro, para soportar una presión de 10 atm.. La red de distribución interior, se realizará en cobre. Así, evitamos el fenómeno de electrólisis que puede producir el contacto entre el acero y el cobre. El caudal total instalado es de 1,60 l/s al contar con baños y cocina. Las canalizaciones a cada cuarto húmedo son de tubería de cobre de 20 mm. Las acometidas son de polietileno, las válvulas y llaves de latón, y las tuberías interiores de cobre tanto para agua fría como para la caliente.
- **Instalaciones de ventilación:** Los conductos de ventilación y humos son independientes y exclusivos para cada local, discurriendo ininterrumpidamente desde el local a ventilar hasta el exterior. Todos los conductos cumplen todas las condiciones exigidas por el DB-HS-HS3 Calidad de aire interior. La ventilación del garaje se efectúa de forma natural mediante puerta del mismo de chapa perforada para facilitar la corriente de aire.

- **Instalaciones de saneamiento:** La red de saneamiento es de PVC sanitario, con las uniones encoladas mediante adhesivo, y discurrirán empotradas bajo el pavimento de planta sótano y colgadas en techos de sótano. La instalación dispone de arqueta de bombeo conexas con pozo de registro. La totalidad de aparatos cuentan con sifón individual para lavabos, bidés, bañeras, lavadoras y lavavajillas y tipo botella para los fregaderos. Las arquetas son de fábrica de ladrillo perforado de ½ pie de espesor, recibido con mortero de cemento y arena de río M-40, sobre solera de hormigón en masa HM-15 de 10 cm de espesor. Sobre el fondo de la arqueta se dispone una cama de arena limpia para el apoyo de los colectores. El interior está enfoscado y bruñido con mortero de cemento y se impermeabiliza con doble mano de pintura de caucho para evitar las fugas.
- **Instalación de energía solar térmica:** Se realiza la instalación de un equipo de generación de A.C.S. (Agua Caliente Sanitaria) mediante un sistema de energía solar térmica debido al cumplimiento de la normativa del Documento Básico de Ahorro de Energía “DB-HE 4 Contribución Solar Mínima de A.C.S.”, utilizando un captador solar instalado en cubierta para cumplir con los mínimos que dicta dicha normativa.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

OBJETO DE ESTUDIO

3.1. Orientación del edificio

La orientación de fachadas y carpinterías exteriores de un edificio tiene una gran influencia respecto al ahorro de energía.

El primer punto que debemos tener claro para el correcto estudio de la eficiencia energética de la vivienda objeto es el conocimiento de cómo evolucionan las trayectorias de los rayos de sol en las diferentes estaciones y momentos del día, así como su incidencia en cada una de las fachadas, ya que estos influyen en el confort y la temperatura del interior de la vivienda al incidir sobre las fachadas y/o acristalamientos. Es decir, debemos conocer a la perfección la trayectoria solar.

La dirección también varía con la latitud geográfica y la época del año. El lugar por donde sale o se pone el sol se desvía hacia el norte en verano y hacia el sur en invierno, y la elevación máxima a mediodía varía de 23° en invierno a 70° en verano.

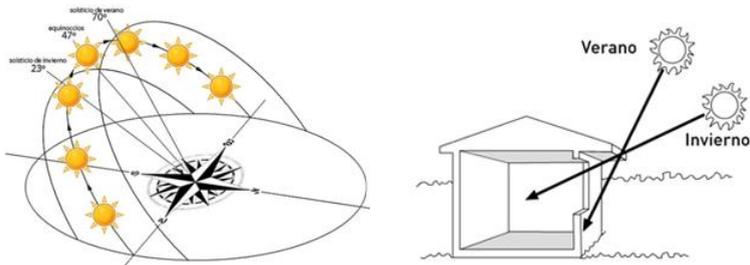


Ilustración 6. Trayectoria solar e incidencia de la radiación solar según la época del año.2014.Web Google Imágenes.

Según las diferentes orientaciones de las fachadas y carpinterías exteriores, podemos analizar resumidamente diferentes situaciones (*Ilustración 4*):

- Las fachadas y carpinterías exteriores orientadas hacia el Oeste (*W*), reciben la incidencia de los rayos solares directos en un horario de tardes (posterior al mediodía); por el contrario, las orientadas al Este (*E*), reciben dicha incidencia en un horario de mañanas (anterior al mediodía).
- Las fachadas y carpinterías exteriores orientadas hacia el Norte (*N*), serán las más desfavorables, pues no reciben la incidencia de los rayos solares directos en ningún momento del día; por el contrario, Las orientadas al Sur (*S*), serán las más favorables, pues estos elementos son los que recibirán la incidencia de los rayos solares directos durante todo el día.

En nuestro caso en particular, los cerramientos Este y Oeste se tratan de medianeras, ya que la vivienda unifamiliar colinda con dos viviendas unifamiliares, y los dos cerramientos restantes serán la fachada principal, orientada al Norte, y la fachada del patio interior, orientada al Sur.

Como hemos dicho anteriormente, las fachadas y carpinterías exteriores con orientación Norte no reciben radiación directa solar en ningún momento del día; por lo tanto, la fachada con mayor importancia de estudio para la mejora energética de la vivienda objeto será la fachada del patio interior, es decir, la fachada orientada al Sur, pues es la que recibirá la mayor cantidad de radiación solar directa.



Ilustración 7. Plano de situación catastral.2014.Web Catastro Virtual.

3.2. Estudio de la envolvente

Según el CTE, la envolvente térmica de un edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Para comenzar debemos conocer las limitaciones que no se deben sobrepasar en nuestra vivienda objeto.



Ilustración 8. Mapa de Zonas Climáticas.2014.Web Google Imágenes.

Para ello lo primero es conocer la Zona climática en la que se sitúa dicha vivienda. Al tratarse de la provincia de Cuenca, nuestra zona climática será D2.

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)
Albacete	D3	677
Alicante	B4	7
Almería	A4	0
Ávila	E1	1054
Badajoz	C4	168
Balearia	C2	1
Bilbao	C1	214
Burgos	E1	861
Cáceres	C4	385
Cádiz	A3	0
Castellón de la Plana	B3	18
Ceuta	B3	0
Ciudad real	D3	630
Córdoba	B4	113
Covadonga	C1	0
Cuenca	D2	975
Canarias	B3	0
Girona	C2	143
Granada	C3	754
Guadalajara	D3	708
Huelva	B4	50
Huesca	D2	432
Jaén	C4	436
León	E1	346
Lleida	D3	131
Logroño	D2	379
Lugo	D1	412
Madrid	D3	569
Málaga	A3	0
Melilla	A3	130
Murcia	B3	25
Ourense	C2	327
Oviedo	C1	214
Palencia	D1	722
Palma de Mallorca	B3	1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114
Pamplona	D1	456
Pontevedra	C1	77
Salamanca	D2	770
Santa cruz de Tenerife	A3	0
Santander	C1	1
Segovia	D2	1013
Sevilla	B4	9
Soria	E1	984
Tarragona	B3	1
Teruel	D2	965
Toledo	C4	445
Valencia	B3	8
Valladolid	D2	704
Vitoria-Gasteiz	D1	512
Zamora	D2	617
Zaragoza	D3	207

Tabla 4. Zonas Climáticas.2013.CTE DB-HE-1.

Según cada zona climática, tenemos una serie de transmitancias térmicas máximas de los distintos elementos que componen el cerramiento y la envolvente del edificio objeto de estudio. En nuestro caso, Las transmitancias que no debemos sobrepasar en nuestra vivienda son las destacadas en la siguiente tabla.

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Tabla 5. Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.2013.CTE DB-HE-1.

En Cuenca (zona climática D2):

- Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{MII m} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Transmitancia límite de suelos $U_{SII m} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Transmitancia límite de cubiertas $U_{CII m} = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Factor solar modificado límite lucernarios $F_{LII m} = 0,31$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,5	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36

Tabla 6. Limitación de la transmitancia en los huecos.2013.CTE DB-HE-1.

Según el CTE, la permeabilidad al aire de las carpinterías, medida sobrepresión de 100 Pa, al tratarse de nuestra vivienda situada en zona climática D, tendrá unos valores inferiores a 27 m³/hm².

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad inferior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788 : 2002 se establecen las siguientes categorías:

- Espacios de clase de higrometría 5: Espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.
- Espacios de clase de higrometría 4: Espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar.

- Espacios de clase de higrometría 3 o inferior: Espacios en los que se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, en nuestro caso se tratará de un espacio de clase de higrometría 3 o inferior.

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0.50	0.52	0.56	0.61	0.64

Tabla 7. Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $F_{Rsi,min}$.2013.CTE DB-HE-1.

3.2.1. Cálculo de la envolvente

Para dar a conocer correctamente el comportamiento de la envolvente de la vivienda objeto, debemos calcular el valor de la transmitancia térmica “U” de cada uno de los elementos que la componen.

El valor de las resistencias térmicas superficiales según el flujo de aire viene dado en una tabla del CTE DB-HE-1.

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

Tabla 8. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior.2013.CTE DB-HE-1.

3.2.1.1. Fachada principal

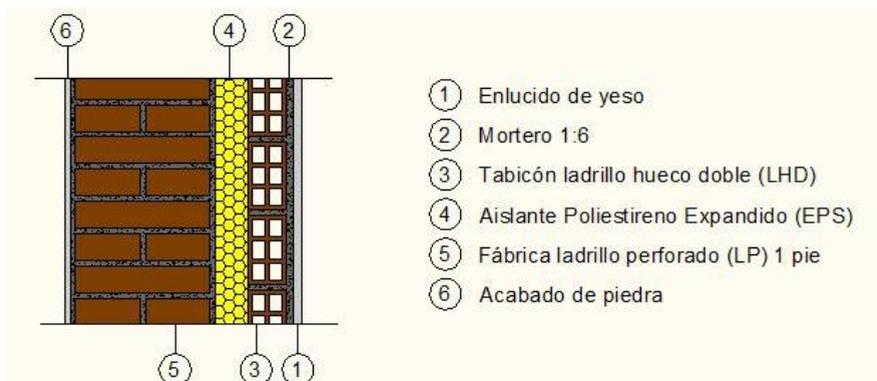


Ilustración 9. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada principal - zonas no húmedas						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,04					0,402411738
Acabado de piedra			0,02	-	0,02	
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
EPS (densidad = 22 kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Tabla 9. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas no húmedas.2014.Excel

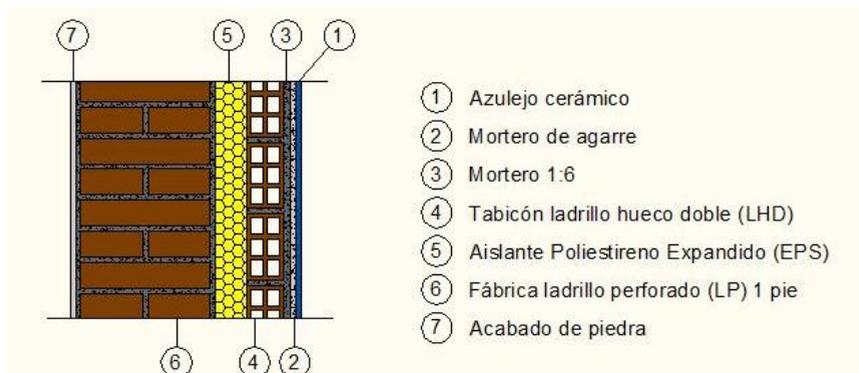


Ilustración 10. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada principal - zonas húmedas						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor e	Conductividad λ	Resistencia térmica R	Transmitancia térmica U
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc				
	m2k/W	m2k/W				
Exterior	0,04					0,405450307
Acabado de piedra			0,02	-	0,02	
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
EPS (densidad = 22 kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Azulejo cerámico			0,01	1,3	0,00769231	
Interior	0,13					

Tabla 10. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas húmedas.2014.Excel

3.2.1.2. Fachada posterior

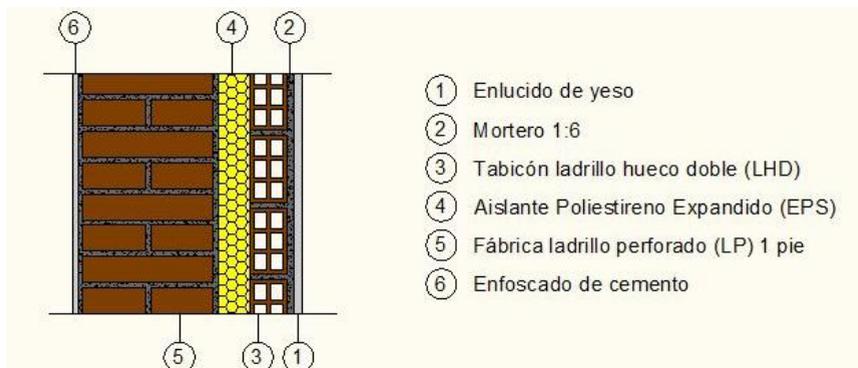


Ilustración 11. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada posterior - zonas no húmedas						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,04					0,404037633
enfoscado exterior			0,01	-	0,01	
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
EPS (densidad = 22 kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Tabla 11. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas no húmedas.2014.Excel.



Ilustración 12. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada principal - zonas húmedas						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,04					0,405450307
Acabado de piedra			0,02	-	0,02	
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
EPS (densidad = 22 kg/m ²)			0,06	0,037	1,62162162	
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Azulejo cerámico			0,01	1,3	0,00769231	
Interior	0,13					

Tabla 12. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas húmedas.2014.Excel

3.2.1.3. Medianeras

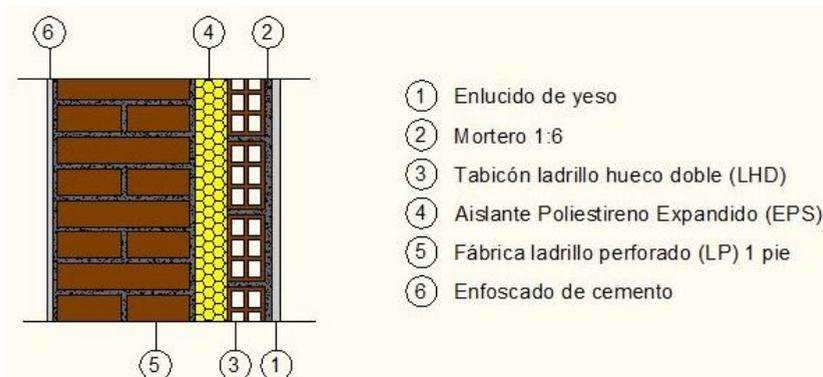


Ilustración 13. Detalle constructivo-Medianeras.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) medianeras						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,13					0,389860967
enfoscado exterior			0,01	-	0,01	
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
EPS (densidad = 22 kg/m2)			0,06	0,037	1,62162162	
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Tabla 13. Cálculo de transmitancia térmica-Medianeras.2014.Excel

3.2.1.4. Cubierta inclinada

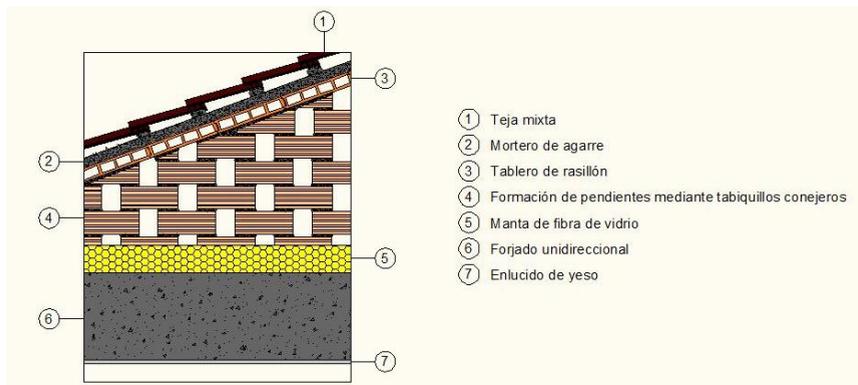


Ilustración 14. Detalle constructivo-Cubierta inclinada.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) cubierta inclinada						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,04					0,439718906
Teja mixta				0,05		
Mortero de agarre			0,03	1,8	0,01666667	
Tablero de rasillón			0,04		0,08	
Camara de aire		0,18				
Manta de fibra de vidrio			0,08	0,05	1,6	
Forjado unidireccional			0,25	1,316	0,1899696	
Enlucido de yeso			0,01	0,57	0,01754386	
Interior	0,1					

Tabla 14. Cálculo de transmitancia térmica-Cubierta inclinada.2014.Excel

3.2.1.5. Tabique garaje y forjado PB-P1

Para calcular los cerramientos que envuelven el garaje, es decir, forjado PB-P1 y particiones, al tratarse de elementos interiores, tendremos que utilizar el coeficiente de reducción de temperatura que nos indica el CTE DB-HE-1. Además, los valores de las resistencias superficiales cambiarán para particiones interiores en contacto con el espacio no habitable como nos indica el CTE DB-HE-1.

En nuestro caso, el garaje corresponderá al caso “no aislado – no aislado”. Por otra parte, el garaje tiene múltiples aberturas, por lo que en la siguiente tabla corresponderá al caso 2.

A_{it}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Tabla 15. Coeficiente de reducción de temperatura.2013.CTE DB-HE-1

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

Tabla 16. Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores.2013.CTE DB-HE-1.

El área de la superficie no habitable, es decir, el área del garaje, es de $12,17 \text{ m}^2$.

En el caso de la partición vertical correspondiente al garaje, la superficie de la zona habitable en contacto con dicha partición será de $28,87 \text{ m}^2$. Por lo tanto, en este caso, el valor del coeficiente de reducción de temperatura se obtendrá mediante los cálculos realizados a continuación.

$$\frac{Ah - nh}{anh - e} = \frac{28,87}{12,17} = 2,37 \text{ m}^2$$

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Tabla 17. Coeficiente de reducción de temperatura.2013.CTE DB-HE-1.

En este caso, el coeficiente de reducción de temperatura será 0,66.

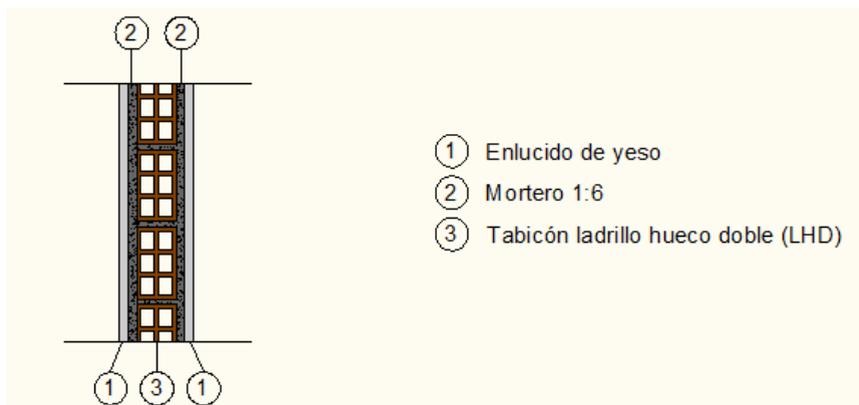


Ilustración 15. Detalle constructivo-Tabique garaje.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) tabique garaje							
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Coeficiente de reducción de temperatura	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara					
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R		U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k	
Interior	0,13					0,66	1,279156749
Enlucido de yeso		0,015	0,57	0,02631579			
Mortero de cemento 1:6		0,015	1,8	0,008333333			
Tabicon LH doble		0,07	0,375	0,186666667			
Mortero de cemento 1:6		0,015	1,8	0,008333333			
Enlucido de yeso		0,015	0,57	0,02631579			
Interior	0,13						

Tabla 18. Cálculo de transmitancia térmica-Tabique garaje.2014.Excel.

En el caso del forjado correspondiente al garaje, la superficie de la zona habitable en contacto con dicha partición será de 19,71 m². Por lo tanto, en este caso, el valor del coeficiente de reducción de temperatura se obtendrá mediante los cálculos realizados a continuación.

$$\frac{Ah - nh}{anh - e} = \frac{19,71}{12,17} = 1,62 \text{ m}^2$$

A_{ij}/A_{use}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Tabla 19. Coeficiente de reducción de temperatura.2013.CTE DB-HE-1.

En este caso, el coeficiente de reducción de temperatura será 0,73.

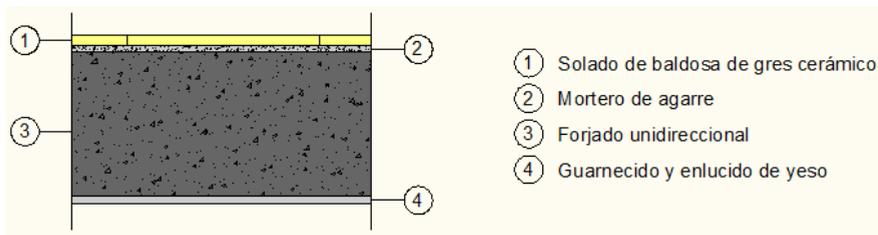


Ilustración 16. Detalle constructivo-Forjado PB-P1.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) forjado PB-P1							
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Coeficiente de reducción de temperatura	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara					
	Rsi y Rse m2k/W	Rc m2k/W	e m	λ W/mk	R m2k/W		b
Interior	0,17					0,73	1,23044396
Baldosa gres cerámico			0,02	2,3	0,00869565		
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333		
Forjado unidireccional			0,3	1,429	0,20993702		
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579		
Interior	0,17						

Tabla 20. Cálculo de transmitancia térmica-Forjado PB-P1.2014.Excel.

3.2.1.6. Huecos de fachada

Para obtener la transmitancia de cada uno de los huecos en contacto con el exterior, es decir, huecos de fachada, utilizaremos la fórmula siguiente, según nos indica el CTE DB-HE-1.

$$U_H = (1 - FM) \times U_{HV} + FM \times U_{HM}$$

- U_{HV} = transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m^2K)
- U_{HM} = transmitancia térmica del marco de la ventana, lucernario o puerta (W/m^2K)
- FM = Fracción del hueco ocupada por el marco (%)

Como ya hemos dicho anteriormente en la memoria constructiva de la vivienda, Las ventanas son de aluminio lacado, de hojas practicables. La puerta de acceso a vivienda es de madera. Las puertas que dan al patio exterior son abatibles de aluminio lacado. El vidrio será de doble acristalamiento marca “*Climatic*” 4 / 6 / 4.

Mediante estos datos y la fórmula del CTE DB-HE-1, Procedemos a calcular la transmitancia de cada uno de los huecos de fachada.

<i>Cálculo de Transmitancias (U) Carpintería exterior</i>										
Tipo de carpintería exterior	Nº	U parte semitransp.	U parte opaca	Ancho	Alto	Área del hueco	Fracción ocupada por el marco	Espesor del marco	Coeficiente de transmisión	
		W/m2k	W/m2k	m	m	m2	%	m	W/m2k	
Madera	P-1	1		3	0,92	2,30	2,12	1	0,05	3
Aluminio	P-2	2	3,3	4	0,80	2,30	1,84	0,2	0,05	3,44
	P-3	1	3,3	4	0,80	2,30	1,84	0,2	0,05	3,44
	P-4	1		4	2,35	2,50	5,88	1	0,05	4
	V-1	5	3,3	4	1,30	1,40	1,82	0,2	0,05	3,44
	V-2	2	3,3	4	0,60	1,40	0,84	0,2	0,05	3,44
	V-3	2	3,3	4	0,90	1,40	1,26	0,2	0,05	3,44
	V-4	1	3,3	4	1,00	1,40	1,40	0,2	0,05	3,44

Tabla 21. Cálculo de transmitancia térmica-Carpintería exterior.2014.Excel.

3.2.1.7. Pérdidas totales de la envolvente

Tras obtener todos los valores de las transmitancias térmicas de corresponden a la envolvente de la vivienda objeto de estudio, procedemos a calcular las pérdidas que se producen en dicha envolvente.

<i>Pérdidas de la envolvente</i>				
Elemento	U	Área	Pérdidas	Pérdidas totales
	W/m2k	m2	W/k	W/k
Fachada Principal	0,402411	50,68	20,39418948	199,4315386
Fachada Posterior	0,404037	49,32	19,92710484	
Cubierta Inclinada	0,439719	67,64	29,74259316	
Tabique garaje	1,279156	14,28	18,26634768	
Forjado PB-P1	1,230444	12,17	14,97450348	
Carp. Madera	3	2,12	6,36	
Carp. Aluminio	3,44	26,095	89,7668	
Carp. Aluminio (P-4)	4	5,875	23,5	

Tabla 22. Pérdidas de la envolvente acutal.2014.Excel.

3.3. Instalación ACS

Hablamos de agua caliente sanitaria como uno de los elementos indispensables para la vivienda y uno de los que requiere de mayor energía para su funcionamiento (70% del consumo energético de la vivienda) y máximo aprovechamiento.

El CTE nos impone una contribución solar mínima para la producción de ACS mediante una energía natural y limpia como es la energía solar.

Debemos conocer según lo estipulado en el CTE DB-HE-4, el consumo de agua en litros en la vivienda objeto de estudio, sabiendo el uso de la edificación (uso residencial – vivienda unifamiliar) y el número de personas que la habitan.

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

Tabla 23. Demanda de ACS.2013.CTE DB-HE-4.

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

Tabla 24. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.2013.CTE DB-HE-4.

Según el DB-HE-4, el consumo diario de agua por persona en una vivienda es de 28 litros. En nuestro caso, al tener 3 dormitorios en nuestra vivienda, según el DB-HE-4, la ocupación mínima será de 4 personas, por lo que la demanda de ACS será de $28 \times 4 = 112$ litros diarios.

La contribución solar mínima requerida viene dada en el DB-HE-4, teniendo en cuenta el consumo diario de la vivienda y la zona climática. En nuestro caso, se requerirá, según el DB-HE-4, una contribución solar mínima del 40%.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Tabla 25. Contribución solar mínima anual para ACS (%).2013.CTE DB-HE-4.

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Aiacant	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
Ceuta	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	10	11	12	14	16	18	21	21	19	16	13	10
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Gerona	8	9	10	11	14	16	18	17	14	10	8	7
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran Canaria	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	9	8
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Melilla	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
Santa Cruz de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16
Santander	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
Soria	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7
Vitoria-Gasteiz	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Zaragoza	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

Tabla 26. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C).2013.CTE DB-HE-4.

La tabla anterior nos muestra los datos de temperaturas de agua según la provincia. Utilizaremos estos datos para calcular el salto térmico mensual que sería necesario para calentar el agua a 60 °C, mediante la siguiente expresión matemática:

$$AT = T_{servicio} - T_{red}$$

- $T_{servicio} = 60 \text{ °C}$
- $T_{red} =$ Temperatura diaria media de agua fría

Para realizar este cálculo teniendo en cuenta además el volumen diario a calentar, utilizaremos también la siguiente expresión matemática

$$Q = V \times \delta \times Ce \times AT$$

- Q = cantidad de calor necesaria (Kcal)
- V = Volumen total de ACS de la vivienda
- δ = Densidad del agua (1 kg/l)
- Ce = calor específico del agua (1 kcal/kg °C)
- AT = Salto térmico hasta 60 °C

Cálculo de energía ACS anual									
Mes	Tservicio	Tred	AT	V	δ	Ce	Calor	Calor	Calor
	°C	°C	°C	l			Kcal/día	Kwh/mes	Kwh/año
Enero	60	6	54	118	1	1	6372	225,5564156	2422,642982
Febrero		7	53				6254	221,3794449	
Marzo		8	52				6136	217,2024743	
Abril		10	50				5900	208,848533	
Mayo		13	47				5546	196,317621	
Junio		16	44				5192	183,786709	
Julio		18	42				4956	175,4327677	
Agosto		18	42				4956	175,4327677	
Septiembre		16	44				5192	183,786709	
Octubre		12	48				5664	200,4945916	
Noviembre		9	51				6018	213,0255036	
Diciembre		7	53				6254	221,3794449	

Tabla 27. Cálculo de energía ACS (anual).2014.Excel.

Como podemos observar en la tabla anterior, la cantidad de energía que consumimos al año en la vivienda objeto de estudio para ACS es de 2422,64 kwh.

El equipo de ACS con apoyo de la energía solar consiste en la colocación de un captador solar modelo “Escosol SOL 2300” y un calentador eléctrico modelo “Junkers ED24-2S”.

El captador solar está colocado en el faldón Sur de la cubierta inclinada de nuestra vivienda, ya que dicha orientación es la más óptima debido a la orientación del Sol. El ángulo de inclinación de dicho captador solar será de 45° .

La inclinación óptima para los captadores solares sería la correspondiente a la latitud del municipio en el que se encuentra la vivienda objeto de estudio, siendo, en este caso, de $40,04^\circ$. En nuestro caso, la inclinación del captador será de 45° como hemos dicho anteriormente.

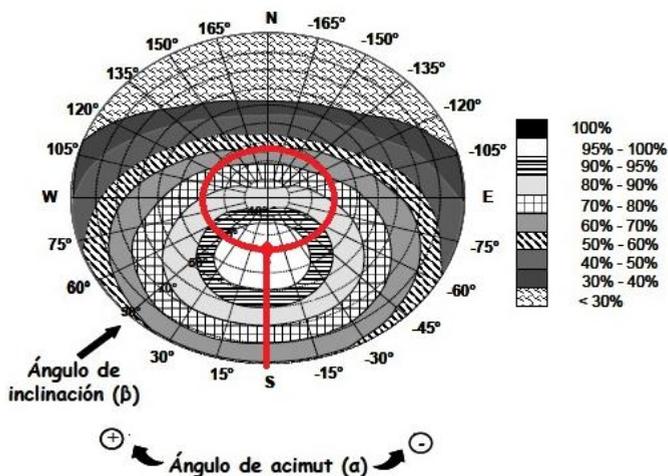


Ilustración 17. Ángulo de acimut. 2014. Web Escuelapedia.

Como nuestro faldón donde está situado nuestro captador solar está situado al Sur y, según la imagen anterior, las pérdidas resultantes serán de un máximo del 5%.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición de captadores	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica de captadores	40 %	20 %	50 %

Tabla 28. Pérdidas límite.2013.CTE DB-HE-4.

Según el CTE DB-HE-4, y al no tener pérdidas por sombras, las pérdidas límite por orientación e inclinación en nuestro caso serían de un 10%, por lo que cumplimos normativa, ya que no sobrepasaremos ese límite, teniendo un máximo de 5% de pérdidas.

Para conocer la aportación del captador solar, utilizamos una herramienta online en la página web “*Konstruir.com*”. Mediante datos como modelo de captador, tipo de edificación y zona climática se nos generan una serie de datos que se muestran a continuación.

<i>Contribución solar</i>			
Mes	Demanda energética	Producción energética captador	Energía aportada
	Kwh	Kwh	%
Enero	226	55	24
Febrero	200	76	38
Marzo	213	113	53
Abril	199	128	64
Mayo	201	128	64
Junio	191	143	75
Julio	193	174	90
Agosto	197	173	87
Septiembre	195	156	80
Octubre	205	119	58
Noviembre	207	77	37
Diciembre	226	54	25
Anual	2453	1396	57,92

Tabla 29. Contribución solar – 1 captador solar (estado actual).2014.Excel.

Obtenemos una contribución solar anual del 57,92%; el CTE nos marca un mínimo de contribución solar anual del 40%, por lo que cumplimos las condiciones. Además de esto, destacamos en los resultados que no se produce más del 100% de la demanda energética durante 3 meses consecutivos ni en ningún mes una aportación que supere el 110% de la demanda energética.

3.4. Instalación Iluminación

La luz forma parte de los consumos más habituales y, por lo tanto, más importantes en las viviendas. Por ello, es importante que la instalación de la luminaria de la vivienda conste de lámparas o bombillas con un consumo menor y mayor rendimiento.

Dado que la vivienda objeto de estudio es de reciente construcción, esta consta en su totalidad de lámparas fluorescentes, más conocidas como lámparas de bajo consumo tipo LED, tanto las bombillas como los tubos fluorescentes.

Por lo tanto, no se estudiará una posible mejora en la instalación de la luminaria en la vivienda objeto de estudio en cuanto a eficiencia energética, pues al constar todos los puntos de los de lámparas tipo LED, dicha instalación es inmejorable, además de cumplir con la normativa correspondiente a la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, es decir, con el CTE DB-HE-3.

CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA

4.1. Envoltente

Hablamos de la envoltente en cuanto a eficiencia energética como la parte más importante de la misma, ya que es de vital importancia que las pérdidas de energía por estas sean las mínimas. Para actuar de manera adecuada a la hora de realizar una propuesta de mejora en cuanto a eficiencia energética, el primer tema a tratar y mejorar será siempre la envoltente del edificio o vivienda objeto de estudio.

La principal propuesta de mejora de la envoltente actual de nuestra vivienda objeto de estudio será la de mejorar el aislamiento térmico que componen dicha envoltente.

En este caso, proponemos para ambas fachadas y para la cubierta, paneles de espuma de poliuretano de 8 cm. de espesor como aislamiento térmico de las mismas, con una conductividad de 0,023 W/mk.

Dicho aislamiento térmico será extraído de la página web de “*Isolplus*”.



Ilustración 18. Paneles de espuma de poliuretano.2014. Web Isolplus.

A continuación veremos la repercusión de esta modificación tanto en fachadas como en la cubierta de la vivienda objeto de estudio.

4.1.1. Fachada principal



Ilustración 19. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada principal - zonas no húmedas						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	R _{si} y R _{se} m ² k/W	R _c m ² k/W	e m	λ W/mk	R m ² k/W	U W/m ² k
Exterior	0,04					0,23032685
Acabado de piedra			0,02	-	0,02	
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Panel de espuma de poliuretano			0,08	0,023	3,47826087	
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Tabla 30. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas no húmedas.2014.Excel

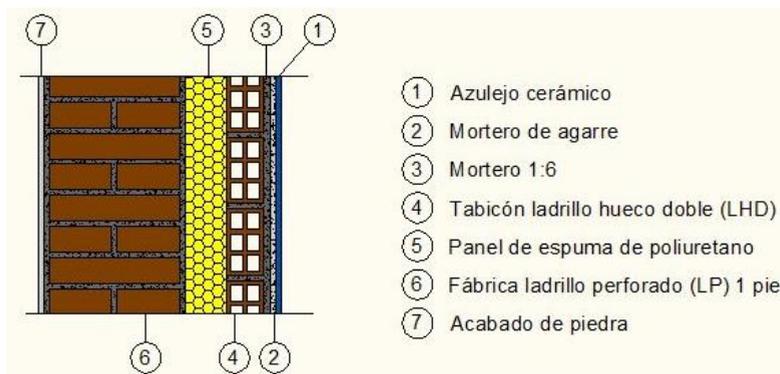


Ilustración 20. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada principal - zonas húmedas						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,04					
Acabado de piedra			0,02	-	0,02	0,23131909
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Panel de espuma de poliuretano			0,08	0,023	3,47826087	
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Azulejo cerámico			0,01	1,3	0,00769231	
Interior	0,13					

Tabla 31. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas húmedas.2014.Excel

4.1.2. Fachada posterior

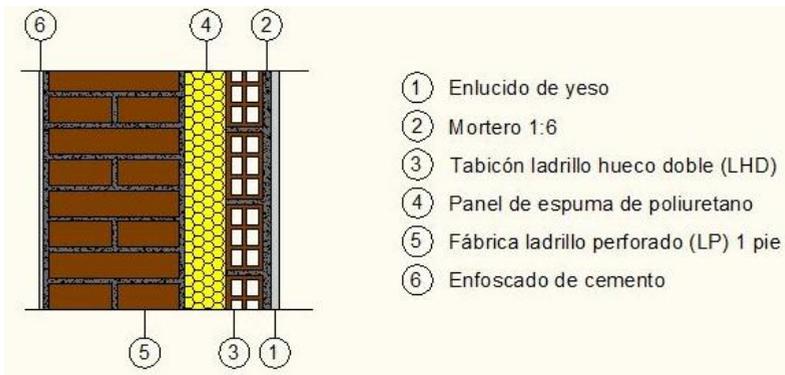


Ilustración 21. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada posterior - zonas no húmedas						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,04					
enfoscado exterior			0,01	-	0,01	0,229446056
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Panel de espuma de poliuretano			0,08	0,023	3,47826087	
Tabicon LH doble			0,08	0,375	0,21333333	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Tabla 32. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas no húmedas.2014.Excel

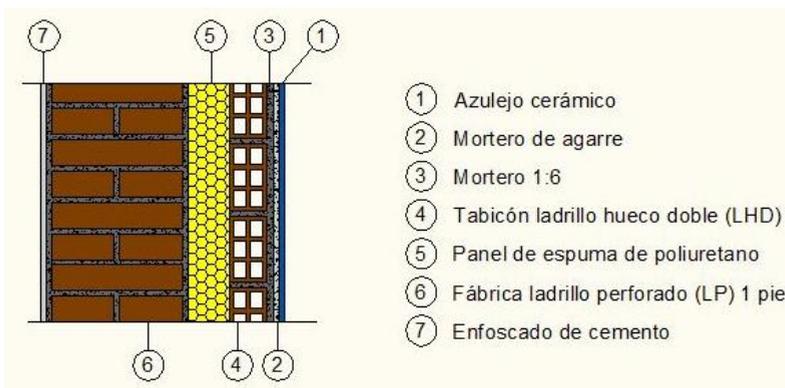


Ilustración 22. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas húmedas.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) fachada posterior - zonas húmedas							
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica	
	Superficial	Cámara					
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R		U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W		W/m2k
Exterior	0,04					0,231855416	
enfoscado exterior			0,01	-	0,01		
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957		
Panel de espuma de poliuretano			0,08	0,023	3,47826087		
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667		
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333		
Azulejo cerámico			0,01	1,3	0,00769231		
Interior	0,13						

Tabla 33. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas húmedas.2014.Excel

4.1.3. Medianeras



Ilustración 23. Detalle constructivo-Medianeras.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) medianeras						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	U
	m2k/W	m2k/W	m	W/mk	m2k/W	W/m2k
Exterior	0,13					
enfoscado exterior			0,01	-	0,01	0,224803825
Fábrica LP 1 pie			0,25	0,553	0,45207957	
Panel de espuma de poliuretano			0,08	0,023	3,47826087	
Tabicon LH doble			0,08	0,375	0,21333333	
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333	
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579	
Interior	0,13					

Tabla 34. Cálculo de transmitancia térmica-Medianeras.2014.Excel

4.1.4. Cubierta inclinada

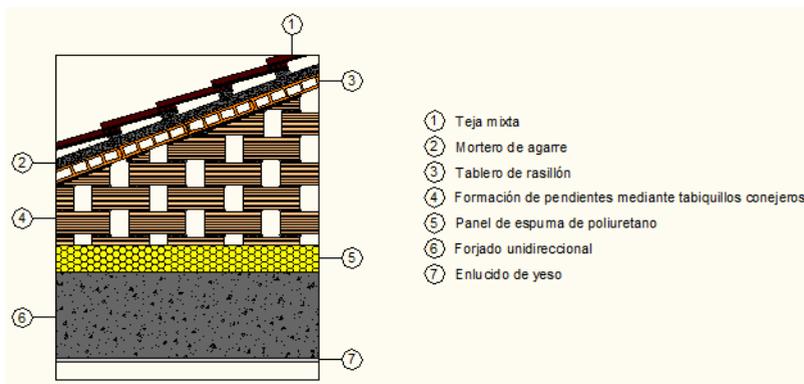


Ilustración 24. Detalle constructivo-Cubierta inclinada.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) cubierta inclinada						
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara				
	Rsi y Rse	Rc	e	λ	R	
	m ² k/W	m ² k/W	m	W/mk	m ² k/W	
Exterior	0,04					0,23966973
Teja mixta				0,05		
Mortero de agarre			0,03	1,8	0,01666667	
Tablero de rasillón			0,04		0,08	
Camara de aire		0,18				
Panel de espuma de poliuretano			0,08	0,023	3,47826087	
Forjado unidireccional			0,3	1,429	0,20993702	
Enlucido de yeso			0,01	0,57	0,01754386	
Interior	0,1					

Tabla 35. Cálculo de transmitancia térmica-Cubierta inclinada.2014.Excel

4.1.5. Tabique garaje y Forjado PB-P1

Para aislar térmicamente las superficies habitables de las no habitables, es decir, el garaje de la vivienda en nuestro caso, propondremos unas mejoras para el tabique del garaje y el forjado PB-P1, de forma que con esta propuesta, mejoraremos el aislamiento de los mismos.

El tabique del garaje tendrá una nueva composición autoportante mediante placas de yeso con aislamiento térmico mediante poliestireno expandido. Dichas placas son de la marca “*Knauf*” modelo “*Polyplac EPS*”.

La conductividad térmica de la placa será de 0,25 W/mk y la del aislante que la acompaña será de 0,038 W/mk.



Ilustración 25. Placas de yeso laminado.2014.Web Knauf.

Por otra parte, para la mejora de la fracción del forjado PB-P1 en contacto con el garaje, propondremos la solución de realizar un falso techo, generándose una cámara de aire. Además, utilizaremos el aislamiento de paneles de espuma de poliuretano de 8cm de espesor como hemos utilizado para la mejora de ambas fachadas y de la cubierta inclinada, con una conductividad de 0,023 W/mk.

Al haber aislado correctamente este local no habitable que es el garaje del resto de locales habitables, el cálculo del coeficiente de reducción de temperatura que nos exige el CTE DB-HE-1 será modificado, pues anteriormente el garaje se trataba como caso “no aislado – no aislado” y, con las nuevas propuestas de mejora, se tratará como caso “no aislado – aislado”.

Por lo tanto, para el cálculo de la nueva transmitancia del tabique del garaje el coeficiente de reducción de temperatura será el señalado en la tabla que se muestra a continuación.

A_{iU}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iU}		No aislado _{ue} -No aislado _{iU}		Aislado _{ue} -No aislado _{iU}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Por otra parte, para el forjado PB-P1, el nuevo coeficiente de reducción de temperatura será el señalado en la tabla que se muestra a continuación.

A_{ij}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Con estos nuevos datos, calcularemos la nueva transmitancia térmica de ambos elementos, viendo así en ello la repercusión de las propuestas de mejora realizadas.

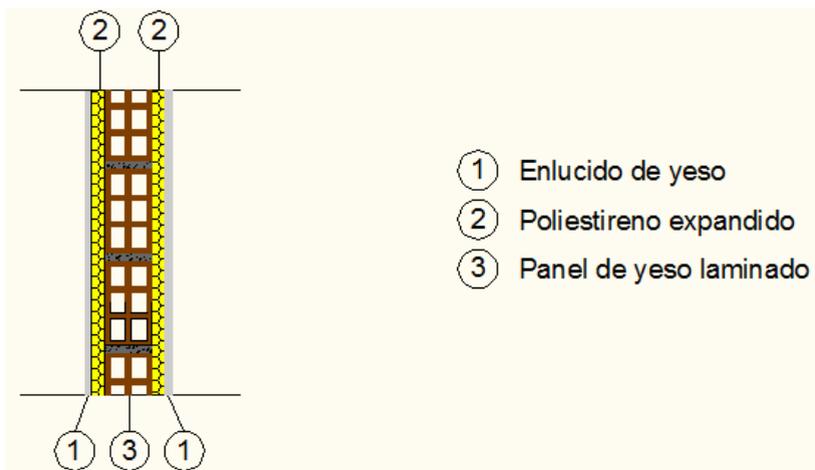


Ilustración 26. Detalle constructivo-Tabique garaje.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) tabique garaje							
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Coeficiente de reducción de temperatura	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara					
	R _{si} y R _{se}	R _c	e	λ	R		
	m ² k/W	m ² k/W	m	W/mk	m ² k/W		
Interior	0,13					0,93	0,58886914
Placa de yeso laminado			0,01	0,25	0,04		
Poliestireno expandido			0,02	0,038	0,52631579		
Tabicon LH doble			0,07	0,375	0,18666667		
Poliestireno expandido			0,02	0,038	0,52631579		
Placa de yeso laminado			0,01	0,25	0,04		
Interior	0,13						

Tabla 36. Cálculo de transmitancia térmica-Tabique garaje.2014.Excel

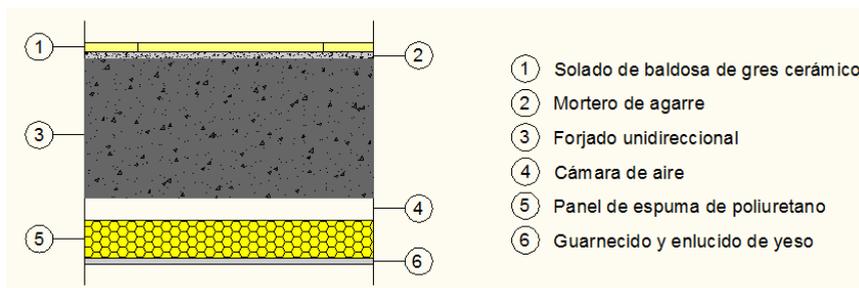


Ilustración 27. Detalle constructivo-Forjado PB-P1.2014.AutoCAD.

Cálculo de Transmitancia (U) forjado PB-P1							
Elemento	Resistencia térmica		Espesor	Conductividad	Resistencia térmica	Coeficiente de reducción de temperatura	Transmitancia térmica
	Superficial	Cámara					
	Rsi y Rse m2k/W	Rc m2k/W	e m	λ W/mk	R m2k/W		
Interior	0,17					0,95	0,224504413
Baldosa gres cerámico			0,02	2,3	0,00869565		
Mortero de cemento 1:6			0,015	1,8	0,00833333		
Forjado unidireccional			0,3	1,429	0,20993702		
Cámara de aire		0,16					
Panel de espuma de poliuretano			0,08	0,023	3,47826087		
Enlucido de yeso			0,015	0,57	0,02631579		
Interior	0,17						

Tabla 37. Cálculo de transmitancia térmica-Forjado PB-P1.2014.Excel

4.1.6. Huecos de fachada

En cuanto a los huecos de fachada, es decir, a la carpintería exterior, la propuesta de mejora consistirá en sustituir el marco actual por uno de PVC, siendo la transmitancia térmica del mismo 2,2 W/mk

Por otro lado, en cuanto al vidrio, la propuesta de mejora consistirá en ampliar la cámara de aire de los vidrios actuales, siendo los nuevos vidrios de doble acristalamiento marca “*Climatic*” 4 / 12 / 4 de baja emisividad, cuya transmitancia es de 1,6 W/mk.

Con estos nuevos datos, realizamos los cálculos pertinentes para observar la repercusión de las propuestas de mejora.

Cálculo de Transmitancias (U) Carpintería exterior										
Tipo de carpintería exterior	Nº	Nº	U parte semitransp.	U parte opaca	Ancho	Alto	Área del hueco	Fracción ocupada por el marco	Espesor del marco	Coefficiente de transmisión
			W/m2k	W/m2k	m	m	m2	%	m	W/m2k
Madera	P-1	1		3	0,92	2,30	2,12	1	0,05	3
PVC	P-2	2	2,2	1,6	0,80	2,30	1,84	0,2	0,05	2,08
	P-3	1	2,2	1,6	0,80	2,30	1,84	0,2	0,05	2,08
Aluminio	P-4	1		4	2,35	2,50	5,88	1	0,05	4
PVC	V-1	5	2,2	1,6	1,30	1,40	1,82	0,2	0,05	2,08
	V-2	2	2,2	1,6	0,60	1,40	0,84	0,2	0,05	2,08
	V-3	2	2,2	1,6	0,90	1,40	1,26	0,2	0,05	2,08
	V-4	1	2,2	1,6	1,00	1,40	1,40	0,2	0,05	2,08

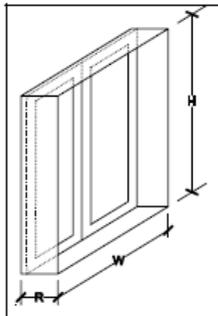
Tabla 38. Cálculo de transmitancia térmica-Carpintería exterior.2014.Excel.

4.1.6.1. Factor solar modificado

Debemos realizar el cálculo para obtener el factor solar modificado, teniendo en cuenta factores como lo son las orientaciones de cada uno de los huecos y los obstáculos que se encuentran entre el hueco y la luz del sol.

En nuestro caso, este cálculo no será muy dificultoso, pues en nuestra vivienda objeto de estudio solo tenemos huecos en dos orientaciones, Norte y Sur, y los huecos orientados al Norte tendrán siempre un valor de 1. Además, el único obstáculo de fachada que debemos estudiar será el retranqueo de las carpinterías exteriores y las lamas, concretamente aquellas pertenecientes a la fachada Sur, puesto que nuestra vivienda no precisa de elementos como lo son toldos, lucernarios o voladizos.

Procedemos a continuación al cálculo del factor sombra en retranqueos.



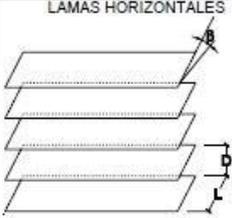
		$0,05 < RW \leq 0,1$	$0,1 < RW \leq 0,2$	$0,2 < RW \leq 0,5$	$RW > 0,5$	
ORIENTACIONES DE FACHADAS	S	$0,05 < RH \leq 0,1$	0,82	0,74	0,62	0,39
		$0,1 < RH \leq 0,2$	0,76	0,67	0,56	0,35
		$0,2 < RH \leq 0,5$	0,56	0,51	0,39	0,27
		$RH > 0,5$	0,35	0,32	0,27	0,17
SESO	E	$0,05 < RH \leq 0,1$	0,86	0,81	0,72	0,51
		$0,1 < RH \leq 0,2$	0,79	0,74	0,66	0,47
		$0,2 < RH \leq 0,5$	0,59	0,56	0,47	0,36
		$RH > 0,5$	0,38	0,36	0,32	0,23
EO	O	$0,05 < RH \leq 0,1$	0,91	0,87	0,81	0,65
		$0,1 < RH \leq 0,2$	0,86	0,82	0,76	0,61
		$0,2 < RH \leq 0,5$	0,71	0,68	0,61	0,51
		$RH > 0,5$	0,53	0,51	0,48	0,39

Tabla 39. Factor de sombra en retranqueos.2013.CTE DB-HE-1.

Cálculo del factor sombra por retranqueo							
Tipo de carpintería exterior	Orientación	Retranqueo (R)	Ancho (W)	Alto (H)	R/W	R/H	Factor sombra
		m	m	m	m	m	
P-2.1	S	0,275	0,80	2,30	0,34	0,12	0,56
P-2.2	S	0,275	0,80	2,30	0,34	0,12	0,56
V-1.1	S	0,275	1,30	1,40	0,21	0,20	0,56
V-1.2	S	0,275	1,30	1,40	0,21	0,20	0,56
V-2.1	S	0,275	0,60	1,40	0,46	0,20	0,35
V-2.2	S	0,275	0,60	1,40	0,46	0,20	0,35
V-3.1	S	0,275	0,90	1,40	0,31	0,20	0,56
V-3.2	S	0,275	0,90	1,40	0,31	0,20	0,56
V-4	S	0,275	1,00	1,40	0,28	0,20	0,56

Tabla 40. Cálculo del factor sombra por retranqueo.2014.Excel.

Además de los retranqueos, los huecos de la vivienda objeto de estudio disponen de lamas móviles como elementos de protección solar. Procedemos a calcular el valor total del factor sombra, incluyendo el factor sombra de las lamas y la incidencia de estas. Consideramos para el cálculo una inclinación de las lamas de 30°.



		ANGULO DE INCLINACIÓN (β)		
		0	30	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,49	0,42	0,26
	SURESTE/ SUROESTE	0,54	0,44	0,26
	ESTE/ OESTE	0,57	0,46	0,27

Tabla 41. Factor de sombra en lamas.2013. CTE DB-HE-1.

Cálculo del factor sombra total				
Tipo de carpintería exterior	Orientación	Factor sombra retranqueo	Factor sombra lamas	Factor sombra total
P-2.1	S	0,56	0,42	0,24
P-2.2	S	0,56	0,42	0,24
P-3	N	1	1	1
V-1.1	S	0,56	0,42	0,24
V-1.2	S	0,56	0,42	0,24
V-1.3	N	1	1	1
V-1.4	N	1	1	1
V-1.5	N	1	1	1
V-2.1	S	0,35	0,42	0,15
V-2.2	S	0,35	0,42	0,15
V-3.1	S	0,56	0,42	0,24
V-3.2	S	0,56	0,42	0,24
V-4	S	0,56	0,42	0,24

Tabla 42. Cálculo del factor sombra total.2014.Excel.

Tras realizar los cálculos para obtener el factor sombra total, procedemos al cálculo del factor solar modificado mediante la fórmula descrita a continuación.

$$F = F_S \times [(1 - FM) \times g + FM \times 0,04 \times U_M \times \alpha]$$

- F_S = el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido en función del dispositivo de sombra o mediante simulación
- FM = la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en caso de puertas
- g = el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal.
- U_M = la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario
- α = la absorptividad del marco obtenida en función de su color

al ser el marco de nuestros huecos de color blanco medio, obtenemos el valor de absorptividad en la siguiente tabla del CTE DB-HE-1 y, con ello y con el resto de datos obtenidos anteriormente, procedemos a calcular el factor solar modificado.

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	-
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	-
Negro	-	0,96	-

Tabla 43. Valores de absortividad del marco.2013.CTE DB-HE-1.

Cálculo del factor sombra total						
Tipo de carpintería exterior	Fs	FM	g	Um	α	Factor solar modificado
P-2.1	0,24	0,2	0,76	2,08	0,30	0,15
P-2.2	0,24	0,2	0,76	2,08	0,30	0,15
P-3	1	0,2	0,76	2,08	0,30	0,61
V-1.1	0,24	0,2	0,76	2,08	0,30	0,15
V-1.2	0,24	0,2	0,76	2,08	0,30	0,15
V-1.3	1	0,2	0,76	2,08	0,30	0,61
V-1.4	1	0,2	0,76	2,08	0,30	0,61
V-1.5	1	0,2	0,76	2,08	0,30	0,61
V-2.1	0,15	0,2	0,76	2,08	0,30	0,09
V-2.2	0,15	0,2	0,76	2,08	0,30	0,09
V-3.1	0,24	0,2	0,76	2,08	0,30	0,15
V-3.2	0,24	0,2	0,76	2,08	0,30	0,15
V-4	0,24	0,2	0,76	2,08	0,30	0,15

Tabla 44. Cálculo del factor solar modificado.2014.Excel.

4.1.7. Pérdidas de la envolvente

Tras obtener todos los valores de las transmitancias térmicas de corresponden a la envolvente propuesta para la mejora de la vivienda objeto de estudio, procedemos a calcular las pérdidas que se producen en dicha envolvente.

<i>Pérdidas de la envolvente</i>				
Elemento	U	Área	Pérdidas	Pérdidas totales
	W/m ² k	m ²	W/k	W/k
Fachada Principal	0,230326	50,68	11,67292168	110,9792726
Fachada Posterior	0,229446	49,32	11,31627672	
Cubierta Inclínada	0,239669	67,64	16,21121116	
Tabique garaje	0,588869	14,28	8,40904932	
Forjado PB-P1	0,224504	12,17	2,73221368	
Carp. Madera	3	2,12	6,36	
Carp. PVC	2,08	26,095	54,2776	
Carp. Aluminio (P-4)	4	5,875	23,5	

4.1.8. Cumplimiento del CTE DB-HE-1

Como hemos analizado anteriormente, nuestra vivienda se sitúa en una zona climática D2. Debido a ello, el CTE DB-HE-1 nos exige una serie de transmitancias límite específicas para esta zona climática, siendo estos valores los citados a continuación.

- Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{MII m} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Transmitancia límite de suelos $U_{SII m} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Transmitancia límite de cubiertas $U_{CII m} = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Factor solar modificado límite lucernarios $F_{LII m} = 0,31$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{HII m}$ $\text{W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{HII m}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36

Tabla 45. Limitación de la transmitancia en los huecos.2013.CTE DB-HE-1.

Con estos datos, procedemos a verificar si nuestras propuestas de mejora de la envolvente cumplen con lo especificado en el CTE DB-HE-1 para esta zona climática.

<i>Cumplimiento de transmitancias CTE DB-HE-1</i>			
Elemento	U propuesta	U límite CTE DB-HE-1	Cumplimiento CTE
	W/m ² k	W/m ² k	W/m ² k
Fachada Principal	0,230326	0,66	SI
Fachada Posterior	0,229446	0,66	SI
Cubierta Inclínada	0,239669	0,38	SI
Forjado PB-P1	0,224504	0,49	SI

Tabla 46. Cumplimiento de transmitancias CTE DB-HE-1.2014.Excel

Cabe añadir a los datos citados en la tabla anterior que, debido a nuestra transmitancia en huecos (2,08 W/m²k) según nuestra propuesta de mejora, también cumple con las exigencias del CTE DB-HE-1, pues esta es inferior a cualquiera de las transmitancias que nos da la tabla de este documento de obligado cumplimiento. Además de esto, el factor solar modificado, al tener lamas en los huecos, también cumple con las exigencias de dicha normativa.

4.1.9. Condensaciones

Se conoce como condensación al proceso en el que el aire humedece el aislante de los cerramientos debido a su condensación por bajadas de temperatura. De esta forma, los aislantes pierden parte de sus propiedades.

Debemos comprobar si en nuestras propuestas de mejoras ocurre este fenómeno. De ser así, se deberían realizar nuevas modificaciones para evitar dicho fenómeno.

Procedemos a continuación a realizar el cálculo de las condensaciones mediante el programa informático “*Econdensa2*”.

Debemos introducir una serie de datos iniciales para que el programa funcione correctamente.

Ubicación

Capital de provincia: Cuenca Altitud de referencia (m): 975

Diferencia de altura sobre la altitud de referencia (sólo si es positiva): 0 m

Modificar condiciones estándar

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T	4,2	5,2	7,4	9,6	13,6	18,2	22,4	22,1	18,6	12,9	7,6	4,8
HR	78	73	64	62	58	54	44	46	56	68	76	79

Temperatura interior (CTE-HE = 20 °C) : 20 °C

Humedad interior

Sin datos conocidos sobre la humedad Higrometría 3 o inferior ▼

Humedad relativa interior constante y conocida % 50

Producción de humedad y renovación del aire conocidos

G (kg/h) 0,01 n (h⁻¹) 1 V (m³) 10

Disposición del cerramiento

Vertical Horizontal y flujo ascendente Horizontal y flujo descendente

Es una partición interior en contacto con un espacio no habitable

Ilustración 28. Introducción de datos climáticos.2014.Econdensa2.

Puestos los datos iniciales correctamente, procedemos a realizar la comprobación de cada una de las posibles condensaciones.

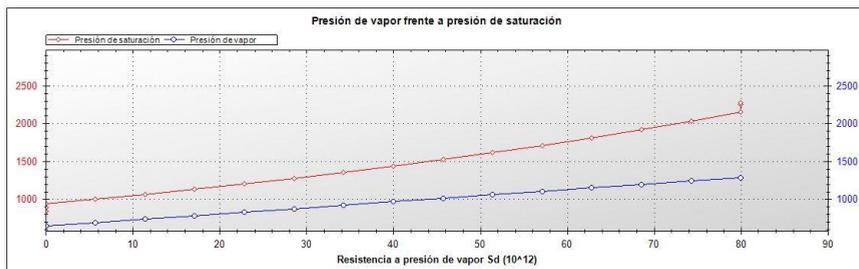


Ilustración 29. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada principal-Zonas no húmedas.2014.Econdensa2.

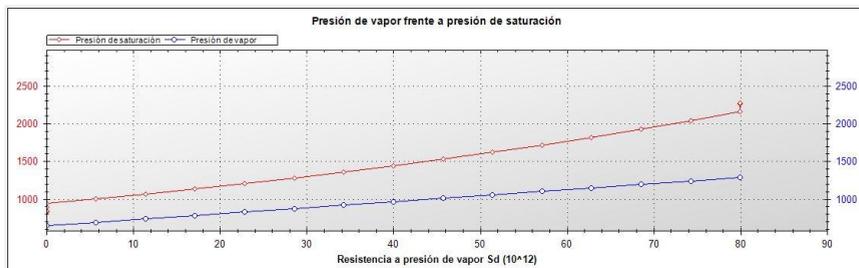


Ilustración 30. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada principal-Zonas húmedas.2014.Econdensa2.

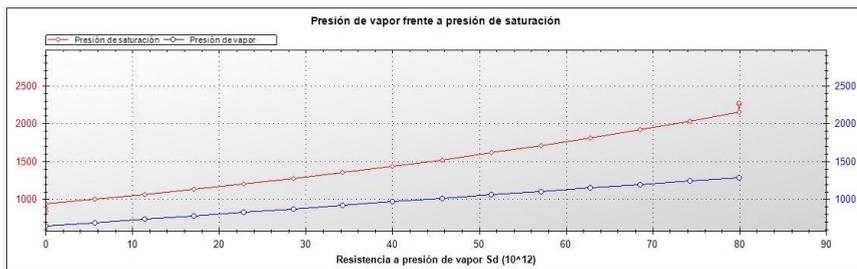


Ilustración 31. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada posterior-Zonas no húmedas.2014.Econdensa2.

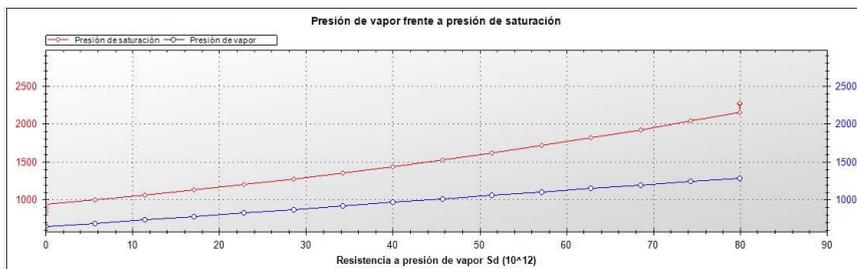


Ilustración 32. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada posterior-Zonas húmedas.2014.Econdensa2.

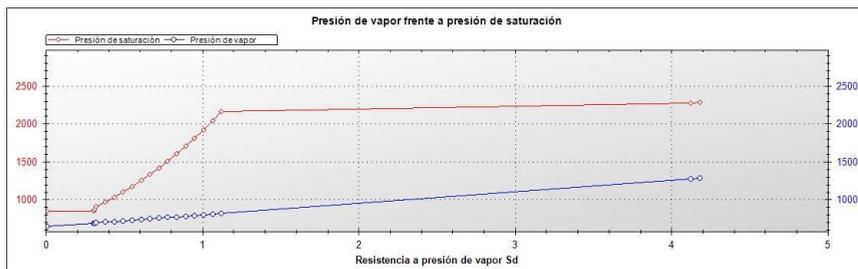


Ilustración 33. Gráfica de comprobación de condensaciones-Cubierta inclinada.2014.Econdensa2.

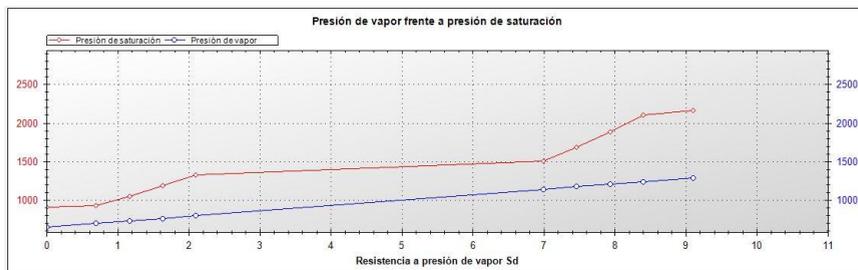


Ilustración 34. Gráfica de comprobación de condensaciones-Tabique garaje.2014.Econdensa2.

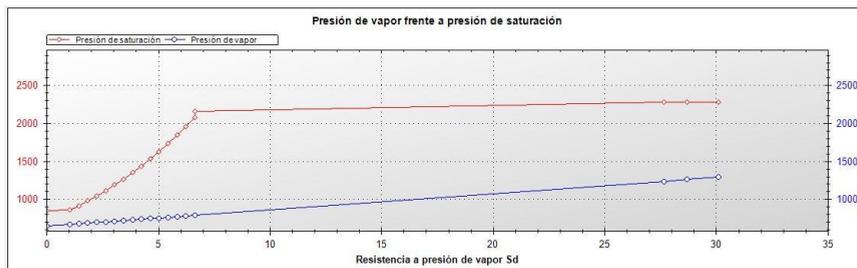


Ilustración 35. Gráfica de comprobación de condensaciones-Forjado PB-P1.2014.Econdensa2.

Según los datos obtenidos en las gráficas mediante el programa informático “Econdensa2”, la presión de vapor en ningún momento es superior a la presión de saturación, por lo que NO se producirán condensaciones con nuestras propuestas de mejora.

4.1.10. Estudio económico

A continuación, una vez realizado el análisis de la envolvente actual y los cambios realizados como propuestas de mejor, realizaremos una estimación del coste económico de dichos cambios en cuanto a materiales empleados en la envolvente actual y los materiales que se utilizan en nuestra propuesta.

<i>Costes de las envolventes</i>					
Elemento	Área	Precio Actual		Precio Propuesta	
	m2	€/m2	€	€/m2	€
Fachadas	71,79	8,54	613,04	15,36	1102,62
Medianeras	74,54	8,54	636,57	15,36	1144,93
Cubierta	67,64	8,54	577,65	15,36	1038,95
Tabique garaje	14,28	2,72	38,84	18,06	257,90
Forjado PB-P1	12,17			15,36	186,93
Marcos	28,22		3144,40		3709,52
Vidrios	16,18	36,33	587,67	109,91	1777,90
			5598,18		9218,75

Tabla 47. Comparación de los costes de las envolventes.2014.Excel.

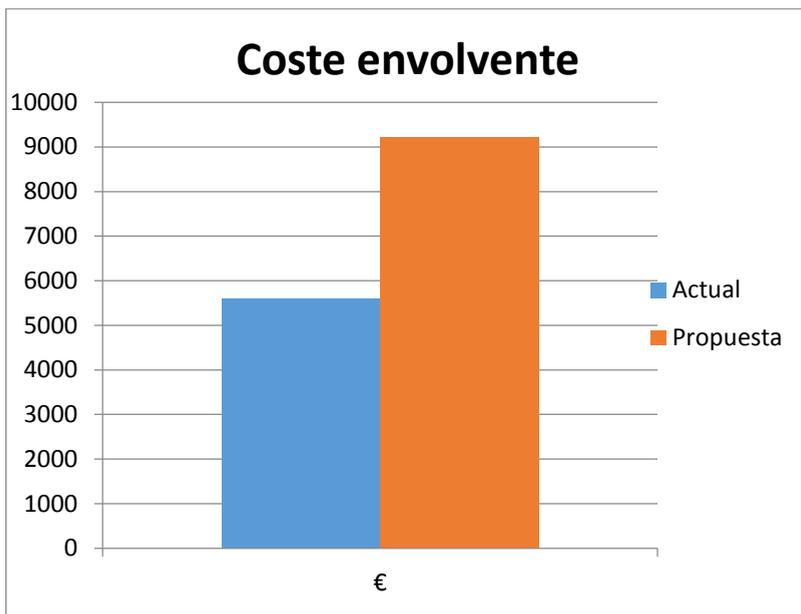


Ilustración 36. Gráfica de la comparación de costes de las envolventes.2014.Excel.

Como podemos observar tanto en la tabla como en la gráfica anterior, el presupuesto asciende 3620,57 € en la envolvente propuesta respecto a la envolvente actual. En las conclusiones finales, observaremos si este aumento de gasto económico es rentable para la vivienda en cuanto a eficiencia energética.

4.2. Equipo ACS

Aunque el sistema actual cumpla con las exigencias del CTE DB-HE-4 para la contribución solar para la producción de ACS, la utilización de la energía eléctrica para este sistema en este caso está permitido pero no es el más recomendable.

Por ello, la propuesta de mejora en este caso consistirá en añadir 3 captadores solares mas para conseguir una mayor producción de energía mediante la absorción de la radiación solar y en la sustitución del acumulador eléctrico por uno de gas, añadiendo a esto la instalación de una caldera de gas natural por condensación como apoyo al nuevo sistema para conseguir la temperatura óptima y aprovechar la energía de forma más eficiente.

Se colocarán tres captadores solares más junto al captador instalado en el faldón Sur de la cubierta inclinada de la vivienda objeto de estudio. Los tres captadores solares nuevos serán del mismo modelo que el instalado actualmente, es decir, el modelo “*Escosol SOL 2300*”, y con una inclinación de 45°.

<i>Contribución solar</i>			
Mes	Demanda energética	Producción energética captador	Energía aportada
	Kwh	Kwh	%
Enero	226	136	60
Febrero	200	159	80
Marzo	213	198	93
Abril	199	200	101
Mayo	201	201	100
Junio	191	209	109
Julio	193	274	142
Agosto	197	261	132
Septiembre	195	226	116
Octubre	205	197	96
Noviembre	207	164	79
Diciembre	226	137	61
Anual	2453	2362	97,42

Tabla 48. Contribución solar – 4 captadores solares (propuesta de mejora).2014.Excel.

Como observamos en la tabla anterior, mediante el uso de cuatro captadores solares se produce más del 100% de la demanda energética durante 3 meses consecutivos y, además, se supera el 110% de la demanda energética en varios meses. Debido a ello, debemos aprovechar esta energía que sobrepasa los límites en el uso de calefacción de la vivienda para cumplir con la normativa marcada en el CTE DB-HE-4.

Destacamos que con 4 captadores solares, la mitad de los meses cubren la totalidad de demanda energética necesaria para la producción de ACS, y en el resto cubren la mayoría de esta energía. Gracias a esto, la energía que debe ser aportada mediante el gas natural es muy inferior.

4.2.1. Estudio económico

Como ha sido nombrado con anterioridad, el equipo de ACS con apoyo de la energía solar actual consiste en la colocación de un captador solar modelo "Escosol SOL 2300" y un calentador eléctrico modelo "Junkers ED24-2S".

Coste instalación ACS			
Elemento	cantidad	Precio Unitario	Precio
Acumulador eléctrico "Junkers ED24-2S"	1	315,95 €	315,95 €
Captador solar "Escosol SOL 2300"	1	367,00 €	367,00 €
		TOTAL	682,95 €

Tabla 49. Precios instalación ACS actual.2014.Excel.

Mediante el cálculo del consumo de la energía aportada por el acumulador eléctrico y la base de precios establecida en IDAE obtendremos el consumo anual de electricidad para la producción de ACS.

<i>Energía aportada por la caldera</i>			
Mes	Demanda energética	Producción energética captador	Energía aportada por la caldera
	Kwh	Kwh	kwh
Enero	226	55	171
Febrero	200	76	124
Marzo	213	113	100
Abril	199	128	71
Mayo	201	128	73
Junio	191	143	48
Julio	193	174	19
Agosto	197	173	24
Septiembre	195	156	39
Octubre	205	119	86
Noviembre	207	77	130
Diciembre	226	54	172
TOTAL			1057

Tabla 50. Energía necesaria aportada (estado actual).2014.Excel.

Potencia contratada	Término potencia €/kW y mes	variación respecto a TUR anterior(*)	Término energía €/kWh	variación respecto a TUR anterior(*)
Potencia ≤ 10kW	2,970789417	62,83%	0,124985	-11,19%

Tabla 51. Coste Electricidad.2013.Web IDAE.

Consumo anual de electricidad					
Potencia	funcionamiento	funcionamiento anual	Consumo anual	Coste	Coste anual
Kw	h	h	kwh	€/Kwh	€
2,4	5	1825	4380	0,124985	547,4343

Tabla 52. Coste anual del consumo de electricidad.2014.Excel

Por otra parte, la propuesta de mejora consistirá en la adición de 3 captadores más junto al captador ya instalado en la misma posición y la misma marca. Por otra parte, sustituiremos el acumulador eléctrico por uno a gas y añadiremos una caldera de gas natural por condensación como apoyo al nuevo sistema para conseguir la temperatura óptima y aprovechar la energía de forma más eficiente.

Coste instalación ACS			
Elemento	cantidad	Precio	Precio
Acumulador de agua a gas "Junkers	1	778,18 €	778,18 €
Caldera de gas natural "Junkers	1	999,00 €	999,00 €
Captador solar	4	367,00 €	1.468,00 €
		TOTAL	3.245,18 €

Tabla 53. Precio instalación ACS propuesta de mejora.2014.Excel

Mediante el cálculo del consumo de la energía aportada y la base de precios establecida en IDAE obtendremos el consumo anual de gas natural, añadiéndole a este el consumo fijo anual.

<i>Energía aportada por la caldera</i>			
Mes	Demanda energética	Producción energética captador	Energía aportada por la caldera
	Kwh	Kwh	kwh
Enero	226	136	90
Febrero	200	159	41
Marzo	213	198	15
Abril	199	200	-1
Mayo	201	201	0
Junio	191	209	-18
Julio	193	274	-81
Agosto	197	261	-64
Septiembre	195	226	-31
Octubre	205	197	8
Noviembre	207	164	43
Diciembre	226	137	89
TOTAL			91

Tabla 54. Energía necesaria aportada por la caldera (propuesta de mejora).2014.Excel

T.U.R. GAS NATURAL				
Tarifa	Término fijo (€/cliente)/mes	Variación respecto a TUR anterior(*)	Término variable cent/kWh	Variación respecto a TUR anterior %(*)
T.U.R. 1. Consumo ≤ 5.000 kWh/año	4,3	-1,1%	5,750871	-3,0%

Tabla 55. Coste gas natural.2013.Web IDAE.

Consumo anual de gas natural					
consumo anual con 4 captadores	coste	Coste anual (sin tarifa)	Tarifa fija mensual	Tarifa fija anual	Coste anual
Kwh	€	€/kwh	€	€	€
91	0,05751	5,23	4,3	51,6	56,83

Tabla 56. Coste anual del consumo de gas natural.2014.Excel

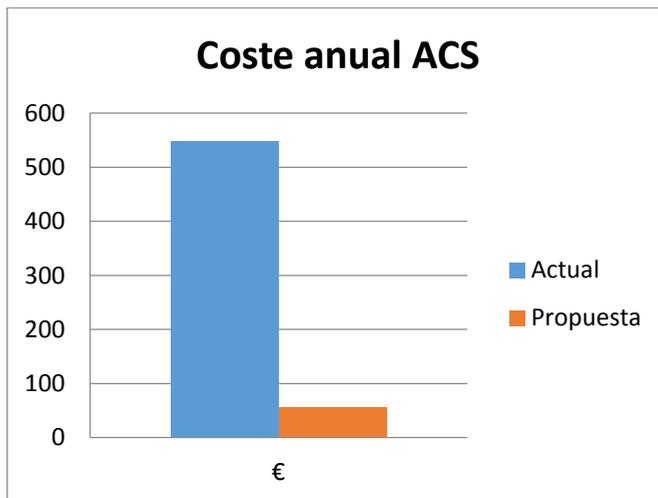


Ilustración 37. Comparación costes anuales ACS.2014.Excel.

Como podemos observar en la gráfica, el consumo anual de energía desciende prácticamente un 90 % con la propuesta de instalación de ACS respecto con el equipo actual. Por otra parte, debemos tener en cuenta que la inversión inicial es mayor; estudiaremos la viabilidad esta propuesta de nuevo teniendo en cuenta este coste inicial.

4.3. Calefacción

Existe una pequeña relación entre la envolvente de la vivienda y el uso de la calefacción y la refrigeración, ya que el uso de ambas depende de la envolvente debido a las pérdidas que se producen a través de la envolvente. Por lo tanto, una envolvente buena y correcta reduce el uso y consumo de la calefacción y refrigeración.

En el proyecto de nuestra vivienda no viene reflejado ningún sistema de calefacción para la vivienda, por lo que se propondrá un sistema de calefacción pero no se realizará comparación alguna. Estudiaremos con la calefacción propuesta, las diferencias de su uso según la envolvente actual y la propuesta.

El sistema de calefacción que proponemos para la vivienda objeto es un sistema por suelo radiante, siendo más eficiente que otros sistemas de calefacción debido a que trabaja a bajos rangos de temperatura, reduciendo el uso de la caldera.

Para conocer la demanda energética en cuanto a calefacción se refiere utilizaremos el método de cálculo denominado “método de los grados-día”, mediante el cual, conociendo la envolvente de nuestra vivienda y según nuestra localidad, obtendremos la demanda mensual de calefacción en nuestra vivienda. Para realizar este cálculo, comenzaremos calculando la cantidad de masa de aire a calentar en nuestra vivienda mediante la expresión matemática mostrada a continuación.

$$m = (P \times V \times Mr) / (R \times T)$$

- m = masa de aire a calentar (kg)
- P = Presión atmosférica (1 atm)
- V = Volumen de aire a calentar (m³)
- Mr = Peso molecular del aire (28,96 kg / Kmol)
- R = Constante de gases ideales
(0,082054 atm x m³ / Kmol)
- T = Temperatura del aire (°K)

Siendo el volumen de aire a calentar en nuestra vivienda de 254,475 m³ y extrayendo las temperaturas de aire mensuales en el municipio de Cuenca del servicio meteorológico y climático que nos ofrece “Aemet” a través de internet, procedemos a calcular la masa de aire total a calentar en nuestra vivienda.

Cálculo de la masa de aire a calentar							
Mes	P	V	Mr	R	Tª	Tª	m
	atm	m3	kg / Kmol	(atm x m3) / Kmol	°C	°K	Kg
Enero	1	254,475	28,96	0,082054	4,3	277,3	323,887
Febrero					5,6	278,6	322,376
Marzo					8	281	319,623
Abril					9,8	282,8	317,588
Mayo					13,8	286,8	313,159
Junio					18,8	291,8	307,793
Julio					22,7	295,7	303,733
Agosto					22,6	295,6	303,836
Septiembre					18,4	291,4	308,215
Octubre					12,7	285,7	314,365
Noviembre					7,9	280,9	319,736
Diciembre					5,3	278,3	322,724

Tabla 57. Cálculo de la masa de aire a calentar.2014.Excel

A continuación, debemos obtener la energía necesaria para calentar la masa calculada anteriormente mediante la expresión matemática mostrada a continuación

$$Q = m \times Ce \times AT$$

- Q = cantidad de calor necesaria (Kcal)
- m = masa total de aire a calentar (kg)
- Ce = calor específico del aire (0,24 Kcal/kgK)
- AT = salto térmico (°C)

Debemos considerar para ello el 50% de renovación del aire existente debido infiltraciones del sistema. Por otra parte, consideraremos una temperatura interior de 20 °C para el cálculo del salto térmico (AT).

<i>Cálculo de la energía necesaria para calefactar</i>									
Mes	m	m + 50%	Ce	Tª interior	Tª	AT	Q	Q	Q
	kg	kg	kcal/kgK	°C	°C	°C	kcal/día	Kwh/mes	kwh/año
Enero	323,887	485,831	0,24	20	4,3	15,7	1830,612	64,800	388,848
Febrero	322,376	483,564			5,6	14,4	1671,198	59,157	
Marzo	319,623	479,434			8	12	1380,770	48,877	
Abril	317,588	476,382			9,8	10,2	1166,184	41,281	
Mayo	313,159	469,738			13,8	6,2	698,971	24,742	
Junio	307,793	461,689			18,8	1,2	132,967	4,707	
Julio	303,733	455,600			22,7	-2,7	0,000	0,000	
Agosto	303,836	455,754			22,6	-2,6	0,000	0,000	
Septiembre	308,215	462,323			18,4	1,6	177,532	6,284	
Octubre	314,365	471,547			12,7	7,3	826,150	29,244	
Noviembre	319,736	479,605			7,9	12,1	1392,772	49,301	
Diciembre	322,724	484,085			5,3	14,7	1707,853	60,455	

Tabla 58. Cálculo de la energía necesaria para calefactar.2014.Excel.

Por último, mediante los datos obtenidos, la transmitancia total de nuestra envolvente actual y el flujo de calor mensual extraído de un documento elaborado por IDAE, denominado “*Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto*”, procedemos a calcular la demanda energética anual en cuanto a calefacción.

Cálculo de la demanda energética						
Mes	GD (20 °C)	U x A	Pérdidas calor	Q	Calor	Calor
	°C	W/K	Kwh	Kwh/mes	Kwh/mes	Kwh/año
Enero	362	199,432	1732,665216	64,800	1797,465	10631,675
Febrero	308		1474,201344	59,157	1533,358	
Marzo	261		1249,242048	48,877	1298,119	
Abril	200		957,2736	41,281	998,554	
Mayo	128		612,655104	24,742	637,397	
Junio	36		172,309248	4,707	177,016	
Julio	0		0	0,000	0,000	
Agosto	0		0	0,000	0,000	
Septiembre	59		282,395712	6,284	288,680	
Octubre	153		732,314304	29,244	761,558	
Noviembre	278		1330,610304	49,301	1379,912	
Diciembre	355		1699,16064	60,455	1759,615	

Tabla 59. Cálculo de la demanda energética-calefacción-envolvente actual.2014.Excel

Para realizar la comparación, volvemos a realizar el mismo cálculo pero utilizando los valores de las transmitancias térmicas obtenidos en nuestra propuesta de mejora de la envolvente.

<i>Cálculo de la demanda energética</i>						
Mes	GD (20 °C)	U x A	Pérdidas calor	Q	Calor	Calor
	°C	W/K	Kwh	Kwh/mes	Kwh/mes	Kwh/año
Enero	362	110,979	964,185552	64,800	1028,986	6088,729
Febrero	308		820,356768	59,157	879,514	
Marzo	261		695,172456	48,877	744,049	
Abril	200		532,6992	41,281	573,980	
Mayo	128		340,927488	24,742	365,670	
Junio	36		95,885856	4,707	100,593	
Julio	0		0	0,000	0,000	
Agosto	0		0	0,000	0,000	
Septiembre	59		157,146264	6,284	163,431	
Octubre	153		407,514888	29,244	436,759	
Noviembre	278		740,451888	49,301	789,753	
Diciembre	355		945,54108	60,455	1005,996	

Tabla 60. Cálculo de la demanda energética-calefacción-envolvente propuesta.2014.Excel

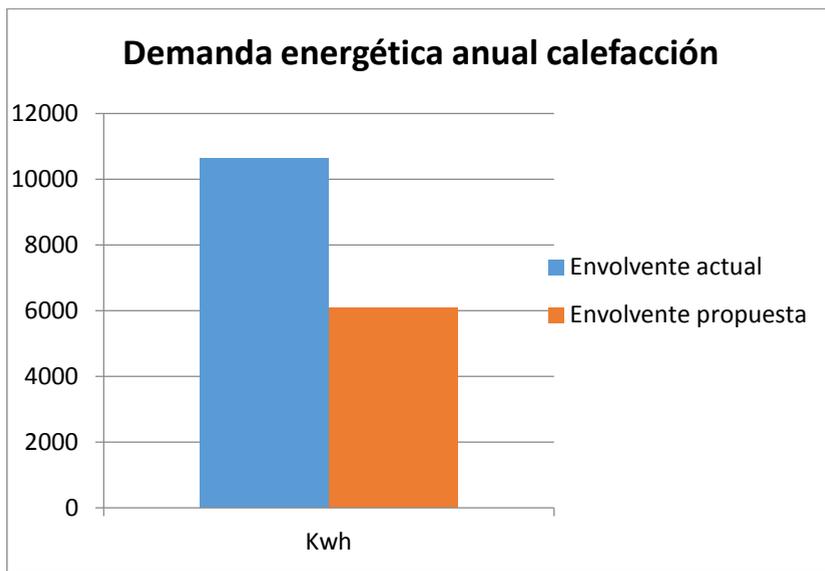


Ilustración 38. Comparación demanda energética anual calefacción.2014.Excel.

En la comparación realizada, podemos comprobar que la propuesta de la envolvente reduce la demanda energética anual de calefacción en alrededor de un 43 %.

4.3.1. Aportación solar a la calefacción

En el capítulo anterior, nombrábamos que la producción excesiva de energía para ACS sería conducida y utilizada para la calefacción. Esta energía no será muy elevada, pero aun así nos servirá para reducir, por poco que sea la cantidad reducida, el consumo de calefacción para la caldera. En la siguiente tabla podemos observar la cantidad de energía mensual que reducimos.

<i>Aporte solar a la calefacción</i>						
Mes	Demanda energética	Producción energética captador	Energía aportada	Energía excesiva para calefacción	Energía excesiva para calefacción	Total aportado
	Kwh	Kwh	%	%	Kwh	%
Enero	226	136	60	0	1028,99	0
Febrero	200	159	80	0	879,51	0
Marzo	213	198	93	0	744,05	0
Abril	199	200	101	1	573,98	0,17
Mayo	201	201	100	0	365,67	0
Junio	191	209	109	9	100,59	8,95
Julio	193	274	142	42	0	0
Agosto	197	261	132	32	0	0
Septiembre	195	226	116	26	163,43	15,91
Octubre	205	197	96	0	436,76	0
Noviembre	207	164	79	0	789,75	0
Diciembre	226	137	61	0	1006,00	0

Tabla 61. Aporte de energía solar al sistema de calefacción propuesto.2014.Excel

4.3.2. Estudio económico

En este apartado compararemos el coste de gas natural para el consumo de calefacción según la envolvente actual y la propuesta.

<i>Consumo anual de gas natural</i>					
consumo anual calefacción	coste	Coste anual (sin tarifa)	Tarifa fija mensual	Tarifa fija anual	Coste anual
Kwh	€/Kwh	€/kwh	€	€	€
10631,675	0,05751	611,41	4,3	51,6	663,01

Tabla 62. Coste anual del consumo de gas natural-envolvente actual.2014.Excel

<i>Consumo anual de gas natural</i>					
consumo anual calefacción	coste	Coste anual (sin tarifa)	Tarifa fija mensual	Tarifa fija anual	Coste anual
Kwh	€/Kwh	€/kwh	€	€	€
6088,729	0,05751	350,15	4,3	51,6	401,75

Tabla 63. Coste anual del consumo de gas natural-envolvente propuesta.2014.Excel

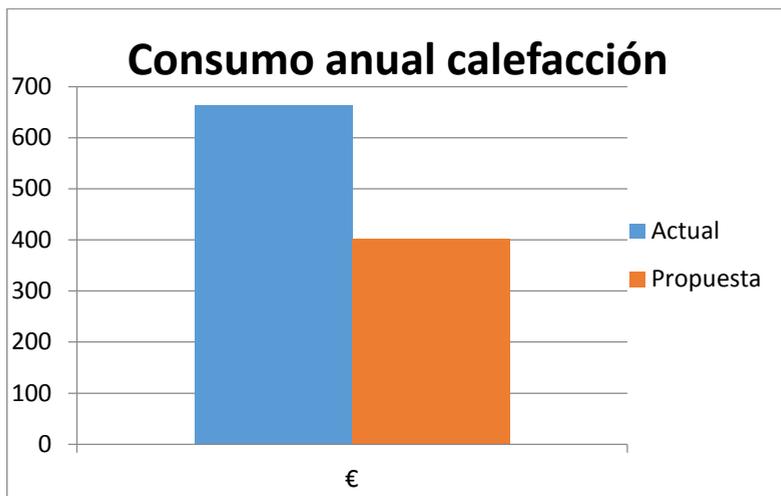


Ilustración 39. Comparación costes anuales calefacción.2014.Excel

En la comparación realizada, podemos comprobar que la propuesta de la envolvente reduce el coste de gas natural en cuanto a calefacción en alrededor de un 40 %.

4.4. Refrigeración

Como hemos dicho anteriormente, el uso de la calefacción y la refrigeración son muy dependientes de la envolvente de la vivienda objeto de estudio.

En el proyecto de nuestra vivienda tampoco viene reflejado ningún sistema de refrigeración para la vivienda pero, al contrario que en calefacción sí que hemos propuesto un sistema, para la refrigeración no será propuesto ningún sistema para la vivienda. Esto es debido a la zona climática como es la de Cuenca, ya que, al tener una media de temperaturas bajas, no se considera necesario el uso de la refrigeración, ya que su uso sería muy escaso.

Por lo tanto, estudiar una posible propuesta de mejora para la refrigeración en este caso no sería viable, pues rentabilizar dicha instalación sería algo complicado y a muy largo plazo.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES FINALES

Durante el desarrollo de este proyecto, hemos analizado y tratado los sistemas de solución constructiva en cuanto a la envolvente, así como los diferentes sistemas de instalación existentes en nuestra vivienda objeto de estudio. La finalidad de dicho análisis consiste en realizar las modificaciones pertinentes, buscando una mejora de la vivienda en cuanto a eficiencia energética, teniendo en cuenta un punto de vista económico de dichas modificaciones propuestas.

Es decir, en conclusión, el objetivo de este proyecto es encontrar un equilibrio entre eficiencia energética y viabilidad económica en nuestra vivienda.

En este apartado realizaremos el certificado energético de la vivienda actual y con las propuestas de mejora para observar la mejora energética de la misma, además de las comparaciones económicas para garantizar una viabilidad económica rentable.

5.1. Calificación energética de la vivienda

Después de analizar y conocer cada uno de los sistemas de instalaciones y la envolvente de la vivienda objeto de estudio, procedemos a realizar el certificado energético de dicha vivienda, para así conocer el resultado tanto del estado actual como de las propuestas de mejora impuestas. Dicho certificado será realizado mediante el programa informático “CE3X”



Ilustración 40. Calificación energética-Vivienda actual.2014.CE3X.

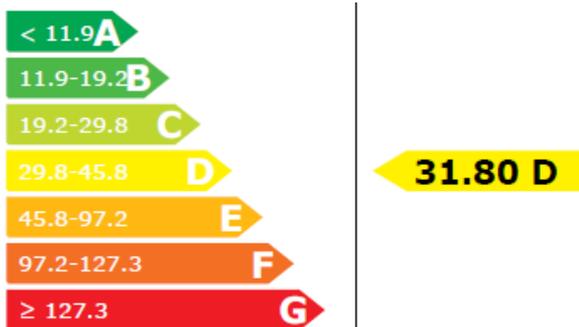


Ilustración 41. Calificación energética-Vivienda propuesta.2014.CE3X.

Con las propuestas de mejora, observamos que nuestra vivienda sufre un salto en calificación energética, pasando de una calificación E a una D, por lo que quedará mejorada energéticamente con nuestras propuestas de mejora.

A continuación, procedemos a observar si estos cambios son económicamente rentables.

5.2. Instalación ACS

Comenzamos este análisis de viabilidad económica con la instalación de ACS. Procedemos a comparar precios anuales para observar en cuanto tiempo comienza a ser rentable nuestra propuesta de mejora en esta instalación.

Amortización consumo ACS						
Año	Actual			Propuesta		
	Coste equipo	Coste anual	Coste Total	Coste equipo	Coste anual	Coste Total
	€	€	€	€	€	€
1	682,95	547,43	1230,38	3245,180	56,83	3302,010
2			1777,82			3358,840
3			2325,25			3415,670
4			2872,69			3472,500
5			3420,12			3529,330
6			3967,56			3586,160
7			4514,99			3642,990
8			5062,42			3699,820
9			5609,86			3756,650
10			6157,29			3813,480

Tabla 64. Comparación coste anual ACS.2014.Excel.

Realizada la comparación, se observa que esta instalación comienza a ser rentable a partir del sexto año frente al coste de la instalación actual.

5.3. Instalación calefacción

En este apartado, al ser la instalación de calefacción una propuesta de mejora, ya que en proyecto no viene dada, es decir, que en la vivienda actual no consta ningún tipo de instalación de calefacción, procedemos a analizar el coste energético de la misma instalación según la envolvente actual y la propuesta, para así analizar la diferencia de consumo debido a ello.

Realizaremos un cuadro comparativo en un plazo de 10 años de consumo de calefacción en la vivienda objeto de estudio según la envolvente.

<i>Coste calefacción anual</i>			
Año	Envolvente actual	Envolvente propuesta	Ahorro anual
	€	€	€
1	663,01	401,75	261,26
2	1326,02	803,50	
3	1989,03	1205,25	
4	2652,04	1607,00	
5	3315,05	2008,75	
6	3978,06	2410,50	
7	4641,07	2812,25	
8	5304,08	3214,00	
9	5967,09	3615,75	
10	6630,10	4017,50	

Tabla 65. Coste calefacción anual según envolvente.2014.Excel.

Tras este análisis, observamos que el cambio de la envolvente a la propuesta de mejora nos produce un ahorro en gasto de consumo de calefacción, reduciendo 261,26 € anualmente dicho coste.

5.4. Viabilidad económica total

En los apartados anteriores hemos analizado las diferencias económicas en cuanto a envolvente y las instalaciones de ACS y calefacción entre la vivienda actual y las propuestas de mejora.

Para concluir este proyecto, realizaremos la viabilidad económica entre la situación actual y las propuestas de mejora de la vivienda teniendo en cuenta todos los factores analizados anteriormente.

Primero, analizaremos el gasto inicial de dichas modificaciones.

<i>Costes total primer año</i>				
Elemento	Estado actual		Propuestas de mejora	
	Gasto inicial	Coste anual	Gasto inicial	Coste anual
	€	€	€	€
Envolvente	5598,18		9218,75	
ACS	682,95	547,43	3245,18	56,83
Calefacción		663,01		401,75
		7491,57		12922,51

Ilustración 42. Comparación coste total entre estado actual y estado propuesto de mejora.2014.Excel.

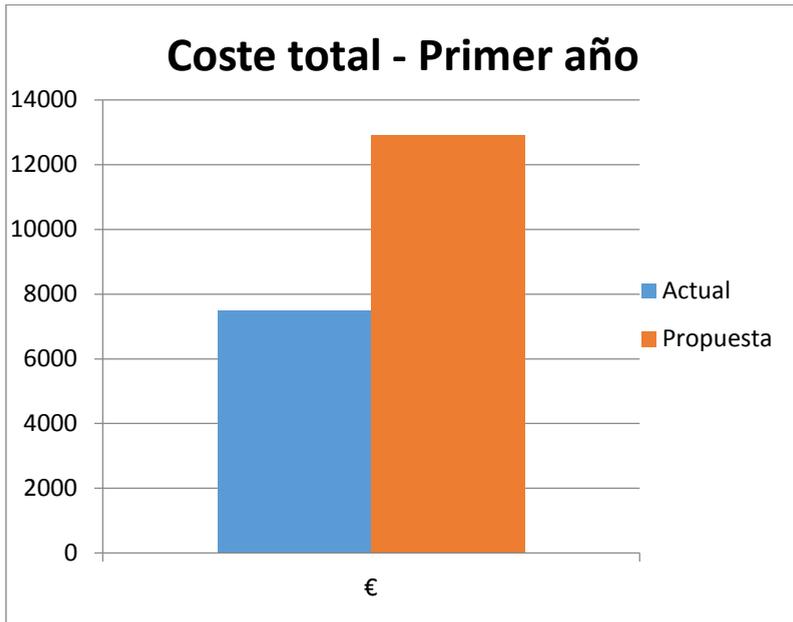


Ilustración 43. Gráfica de comparación coste total entre estado actual y estado propuesto de mejora.2014.Excel.

El cálculo nos muestra que, con nuestra propuesta de mejora, el precio asciende un 42% respecto al estado actual de la vivienda.

A continuación, nos disponemos a analizar el gasto anual a largo plazo de la vivienda actual y la propuesta. Con ello, realizaremos una comparación con el fin de hallar a que plazo dichas propuestas de mejora son rentables económicamente.

<i>Costes totales anuales</i>		
Año	Vivienda actual	Vivienda propuesta
1	7.491,57 €	12.922,51 €
2	8.702,01 €	13.381,09 €
3	9.912,45 €	13.839,67 €
4	11.122,89 €	14.298,25 €
5	12.333,33 €	14.756,83 €
6	13.543,77 €	15.215,41 €
7	14.754,21 €	15.673,99 €
8	15.964,65 €	16.132,57 €
9	17.175,09 €	16.591,15 €
10	18.385,53 €	17.049,73 €

Tabla 66. Análisis del coste anual a largo plazo entre la vivienda actual y la propuesta.2014.Excel.

En conclusión, las propuestas de mejora comenzarán a rentabilizar económicamente a partir del noveno año. Cabe destacar que el cambio de gasto anual disminuye notablemente, pues dicho cambio es de 1210,44 € anuales con la vivienda actual a 458,58 € anuales con la vivienda propuesta.

Comprobamos finalmente que la eficiencia energética y la viabilidad económica pueden ser equilibradas. Preocuparnos por tener una vivienda más eficiente energéticamente hablando nos ayuda tanto a nosotros como al medio ambiente, pues de esta forma respetamos el mismo y, además, conseguimos un ahorro económico.

CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apuntes y temario del Poliformat proporcionado por la Universidad Politécnica de Valencia “U.P.V.” durante el transcurso de la carrera. Url: <http://www.upv.es>
- Base de datos y precios “IVE”. Presto 8.8.
- Blog “Briconatur”. Url: blog.briconatur.com
- Boletín Estadístico del Ministerio
Url: <http://www.minetur.gob.es>
- Código Técnico de la Edificación “CTE”.
Url: <http://www.codigotecnico.org>
- Documento Básico de Ahorro de Energía “DB-HE”
Url: <http://www.codigotecnico.org>
- Google Maps. Url: <https://www.google.es/maps>
- Sede Electrónica del Catastro.
Url: <http://www.sedecatastro.gob.es>
- Web “Construmática”, portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Url: <http://www.construmatica.com>

- Web “CYPE”, generador de precios de la construcción. Url: <http://www.generadordeprecios.info/>
- Web “Escuelapedia”. Url: <http://www.escuelapedia.com>
- Web “Isolplus”. Url: <http://www.isolplus.es/>
- Web “Knauf”. Url: <http://www.knauf.es/index.php/es/inicioes>
- Web “Konstruir”, herramienta online para la realización del cálculo de la contribución solar mínima de ACS exigida por el CTE DB-HE-1. Url: <http://konstruir.com/C.T.E/HE-4-Contribucion-solar-minima-de-agua-caliente-sanitaria/>
- Webs meteorológicas. Url: <http://www.weatherbase.com> y <http://www.aemet.es>
- Web “Wikipedia”. Url: <http://es.wikipedia.org>

CAPÍTULO 7. ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Consumo (%) de energías primarias (España).2014.Web Escuelapedia.....	10
Ilustración 2. Consumo de energías primarias 2006-2013.2013.Web del Boletín Estadístico del Ministerio.....	12
Ilustración 3. Efecto Invernadero.2014.Web Google imágenes.....	13
Ilustración 4. Plano de situación y emplazamiento del solar.2014.Web Googlemaps.....	26
Ilustración 5. Promedio de temperaturas en Cuenca.2014.Web Weatherbase.....	28
Ilustración 6. Trayectoria solar e incidencia de la radiación solar según la época del año.2014.Web Google Imágenes.....	36
Ilustración 7. Plano de situación catastral.2014.Web Catastro Virtual..	37
Ilustración 8. Mapa de Zonas Climáticas.2014.Web Google Imágenes..	38
Ilustración 9. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.....	44
Ilustración 10. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas húmedas.2014.AutoCAD.....	45
Ilustración 11. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.....	46
Ilustración 12. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas húmedas.2014.AutoCAD.....	47
Ilustración 13. Detalle constructivo-Medianeras.2014.AutoCAD.....	48
Ilustración 14. Detalle constructivo-Cubierta inclinada.2014.AutoCAD.	49

Ilustración 15. Detalle constructivo-Tabique garaje.2014.AutoCAD.....	53
Ilustración 16. Detalle constructivo-Forjado PB-P1.2014.AutoCAD.....	55
Ilustración 17.Ángulo de acimut.2014.Web Escuelapedia.	65
Ilustración 18.Paneles de espuma de poliuretano.2014.Web Isolplus. .	70
Ilustración 19. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.	71
Ilustración 20. Detalle constructivo-Fachada principal-zonas húmedas.2014.AutoCAD.	72
Ilustración 21. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas no húmedas.2014.AutoCAD.	73
Ilustración 22. Detalle constructivo-Fachada posterior-zonas húmedas.2014.AutoCAD.	74
Ilustración 23. Detalle constructivo-Medianeras.2014.AutoCAD.	75
Ilustración 24. Detalle constructivo-Cubierta inclinada.2014.AutoCAD.	76
Ilustración 25. Placas de yeso laminado.2014.Web Knauf.....	77
Ilustración 26. Detalle constructivo-Tabique garaje.2014.AutoCAD.....	80
Ilustración 27. Detalle constructivo-Forjado PB-P1.2014.AutoCAD.	81
Ilustración 28.Introducción de datos climáticos.2014.Econdensa2.	92
Ilustración 29. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada principal-Zonas no húmedas.2014.Econdensa2.....	93
Ilustración 30. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada principal-Zonas húmedas.2014.Econdensa2.....	93
Ilustración 31. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada posterior-Zonas no húmedas.2014.Econdensa2.....	94
Ilustración 32. Gráfica de comprobación de condensaciones-Fachada posterior-Zonas húmedas.2014.Econdensa2.	94
Ilustración 33. Gráfica de comprobación de condensaciones-Cubierta inclinada.2014.Econdensa2.....	95

Ilustración 34. Gráfica de comprobación de condensaciones-Tabique garaje.2014.Econdensa2.	95
Ilustración 35. Gráfica de comprobación de condensaciones-Forjado PB-P1.2014.Econdensa2.	96
Ilustración 36. Gráfica de la comparación de costes de las envolventes.2014.Excel.	98
Ilustración 37. Comparación costes anuales ACS.2014.Excel.	105
Ilustración 38. Comparación demanda energética anual calefacción.2014.Excel.	112
Ilustración 39. Comparación costes anuales calefacción.2014.Excel.	115
Ilustración 40. Calificación energética-Vivienda actual.2014.CE3X.	118
Ilustración 41. Calificación energética-Vivienda propuesta.2014.CE3X.	119
Ilustración 42. Comparación coste total entre estado actual y estado propuesto de mejora.2014.Excel.	123
Ilustración 43. Gráfica de comparación coste total entre estado actual y estado propuesto de mejora.2014.Excel.	124

Tabla 1. Superficies útiles de la vivienda.2014.Excel.....	27
Tabla 2. Superficies construidas de la vivienda.2014.Excel.....	27
Tabla 3. Superficie del solar.2014.Excel.	27
Tabla 4. Zonas Climáticas.2013.CTE DB-HE-1.....	39
Tabla 5. Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.2013.CTE DB-HE-1.....	40
Tabla 6. Limitación de la transmitancia en los huecos.2013.CTE DB-HE-1.	41
Tabla 7. Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $FR_{si, min}$.2013.CTE DB-HE-1.....	42
Tabla 8. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior.2013.CTE DB-HE-1.....	43
Tabla 9. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas no húmedas.2014.Excel.....	44
Tabla 10. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas húmedas.2014.Excel.....	45
Tabla 11. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas no húmedas.2014.Excel.....	46
Tabla 12. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas húmedas.2014.Excel.....	47
Tabla 13. Cálculo de transmitancia térmica-Medianeras.2014.Excel	48
Tabla 14. Cálculo de transmitancia térmica-Cubierta inclinada.2014.Excel	49
Tabla 15. Coeficiente de reducción de temperatura.2013.CTE DB-HE-1	50
Tabla 16. Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores.2013.CTE DB-HE-1.....	51
Tabla 17. Coeficiente de reducción de temperatura.2013.CTE DB-HE-1.	52

Tabla 18. Cálculo de transmitancia térmica-Tabique garaje.2014.Excel.	53
Tabla 19. Coeficiente de reducción de temperatura.2013.CTE DB-HE-1.	54
Tabla 20. Cálculo de transmitancia térmica-Forjado PB-P1.2014.Excel.	55
Tabla 21. Cálculo de transmitancia térmica-Carpintería exterior.2014.Excel.....	57
Tabla 22. Pérdidas de la envolvente acutal.2014.Excel.....	58
Tabla 23. Demanda de ACS.2013.CTE DB-HE-4.	60
Tabla 24. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.2013.CTE DB-HE-4.	60
Tabla 25. Contribución solar mínima anual para ACS (%).2013.CTE DB-HE-4.	61
Tabla 26. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C).2013.CTE DB-HE-4.....	62
Tabla 27. Cálculo de energía ACS (anual).2014.Excel.....	64
Tabla 28. Pérdidas límite.2013.CTE DB-HE-4.....	66
Tabla 29. Contribución solar – 1 captador solar (estado actual).2014.Excel.....	67
Tabla 30. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas no húmedas.2014.Excel.....	71
Tabla 31. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada principal-Zonas húmedas.2014.Excel.....	72
Tabla 32. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas no húmedas.2014.Excel.....	73
Tabla 33. Cálculo de transmitancia térmica-Fachada posterior-Zonas húmedas.2014.Excel.....	74
Tabla 34. Cálculo de transmitancia térmica-Medianeras.2014.Excel	75

Tabla 35. Cálculo de transmitancia térmica-Cubierta inclinada.2014.Excel	76
Tabla 36. Cálculo de transmitancia térmica-Tabique garaje.2014.Excel	80
Tabla 37. Cálculo de transmitancia térmica-Forjado PB-P1.2014.Excel.	81
Tabla 38. Cálculo de transmitancia térmica-Carpintería exterior.2014.Excel.....	82
Tabla 39. Factor de sombra en retranqueos.2013.CTE DB-HE-1.....	83
Tabla 40. Cálculo del factor sombra por retranqueo.2014.Excel.	84
Tabla 41. Factor de sombra en lamas.2013. CTE DB-HE-1.	85
Tabla 42. Cálculo del factor sombra total.2014.Excel.	85
Tabla 43. Valores de absortividad del marco.2013.CTE DB-HE-1.....	87
Tabla 44. Cálculo del factor solar modificado.2014.Excel.	87
Tabla 45. Limitación de la transmitancia en los huecos.2013.CTE DB-HE-1.	89
Tabla 46. Cumplimiento de transmitancias CTE DB-HE-1.2014.Excel	90
Tabla 47. Comparación de los costes de las envolventes.2014.Excel. ...	97
Tabla 48. Contribución solar – 4 captadores solares (propuesta de mejora).2014.Excel.....	100
Tabla 49. Precios instalación ACS actual.2014.Excel.	101
Tabla 50. Energía necesaria aportada (estado actual).2014.Excel.	102
Tabla 51. Coste Electricidad.2013.Web IDAE.	102
Tabla 52. Coste anual del consumo de electricidad.2014.Excel.....	103
Tabla 53. Precio instalación ACS propuesta de mejora.2014.Excel.....	103
Tabla 54. Energía necesaria aportada por la caldera (propuesta de mejora).2014.Excel.....	104
Tabla 55. Coste gas natural.2013.Web IDAE.	104
Tabla 56. Coste anual del consumo de gas natural.2014.Excel.....	105
Tabla 57. Cálculo de la masa de aire a calentar.2014.Excel	108
Tabla 58. Cálculo de la energía necesaria para calefactar.2014.Excel.	109

Tabla 59. Cálculo de la demanda energética-calefacción-envolvente actual.2014.Excel.....	110
Tabla 60. Cálculo de la demanda energética-calefacción-envolvente propuesta.2014.Excel	111
Tabla 61. Aporte de energía solar al sistema de calefacción propuesto.2014.Excel.....	113
Tabla 62. Coste anual del consumo de gas natural-envolvente actual.2014.Excel.....	114
Tabla 63. Coste anual del consumo de gas natural-envolvente propuesta.2014.Excel	114
Tabla 64. Comparación coste anual ACS.2014.Excel	120
Tabla 65. Coste calefacción anual según envolvente.2014.Excel.....	122
Tabla 66. Análisis del coste anual a largo plazo entre la vivienda actual y la propuesta.2014.Excel.	125

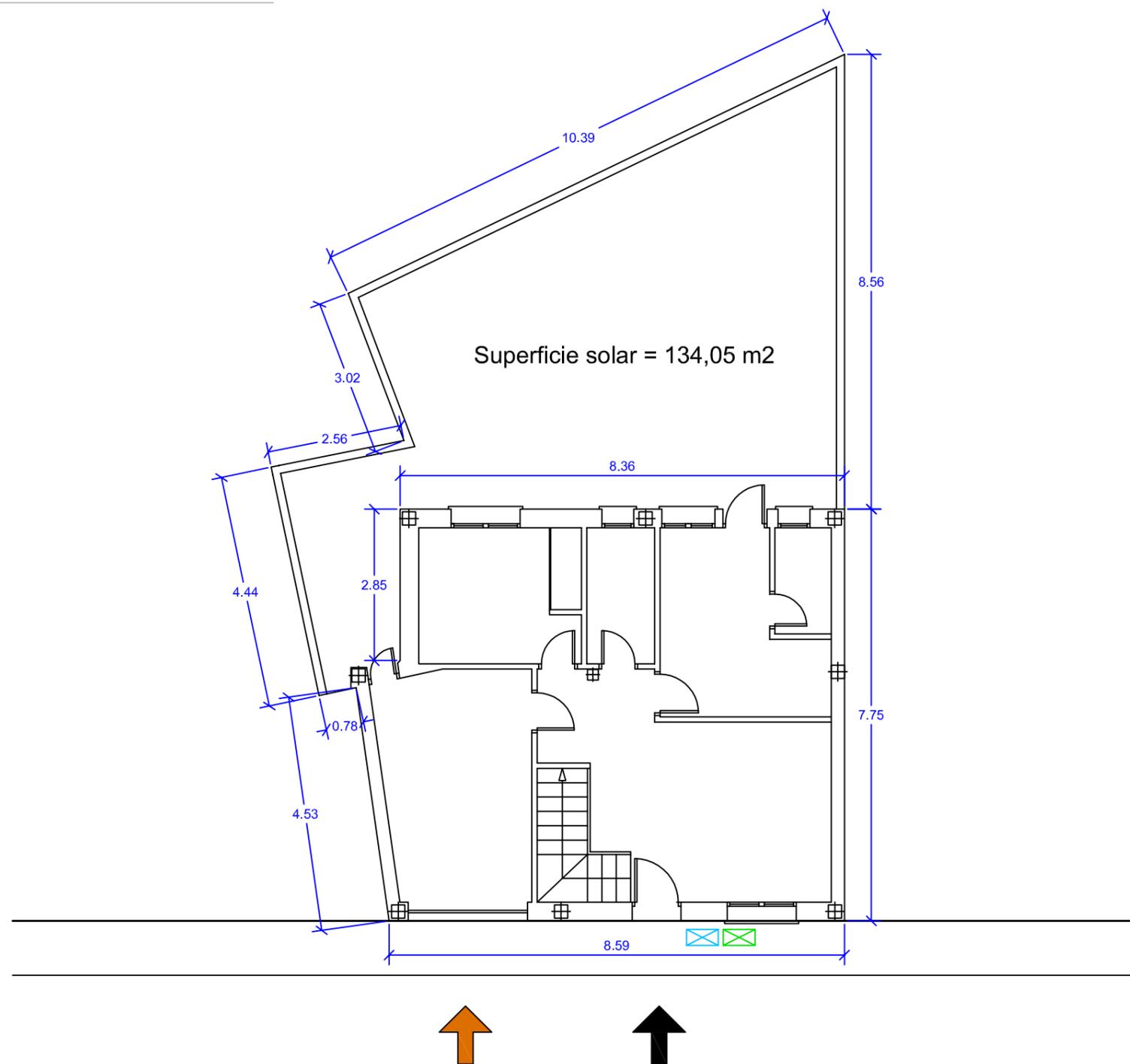
CAPÍTULO 8. ANEXOS

8.1. Anexo I - Planos

1. Emplazamiento en parcela
2. Distribución Planta Baja (PB)
3. Distribución Planta Primera (P1)
4. Planta de cubierta
5. Alzado principal
6. Alzado posterior
7. Sección vertical
8. Instalación de electricidad (PB)
9. Instalación de electricidad (P1)
10. Instalación de fontanería (PB)
11. Instalación de fontanería (P1)
12. Carpintería Exterior e Interior
13. Carpintería Exterior (PB)
14. Carpintería Exterior (P1)
15. Detalle constructivo-Fachada principal-Zonas no húmedas
16. Detalle constructivo-Fachada principal-Zonas húmedas
17. Detalle constructivo-Fachada posterior-Zonas no húmedas
18. Detalle constructivo-Fachada posterior-Zonas húmedas
19. Detalle constructivo-Medianeras
20. Detalle constructivo-Cubierta inclinada
21. Detalle constructivo-Tabique garaje
22. Detalle constructivo-Forjado PB-P1

8.2. Anexo II – Certificación energética

EMPLAZAMIENTO

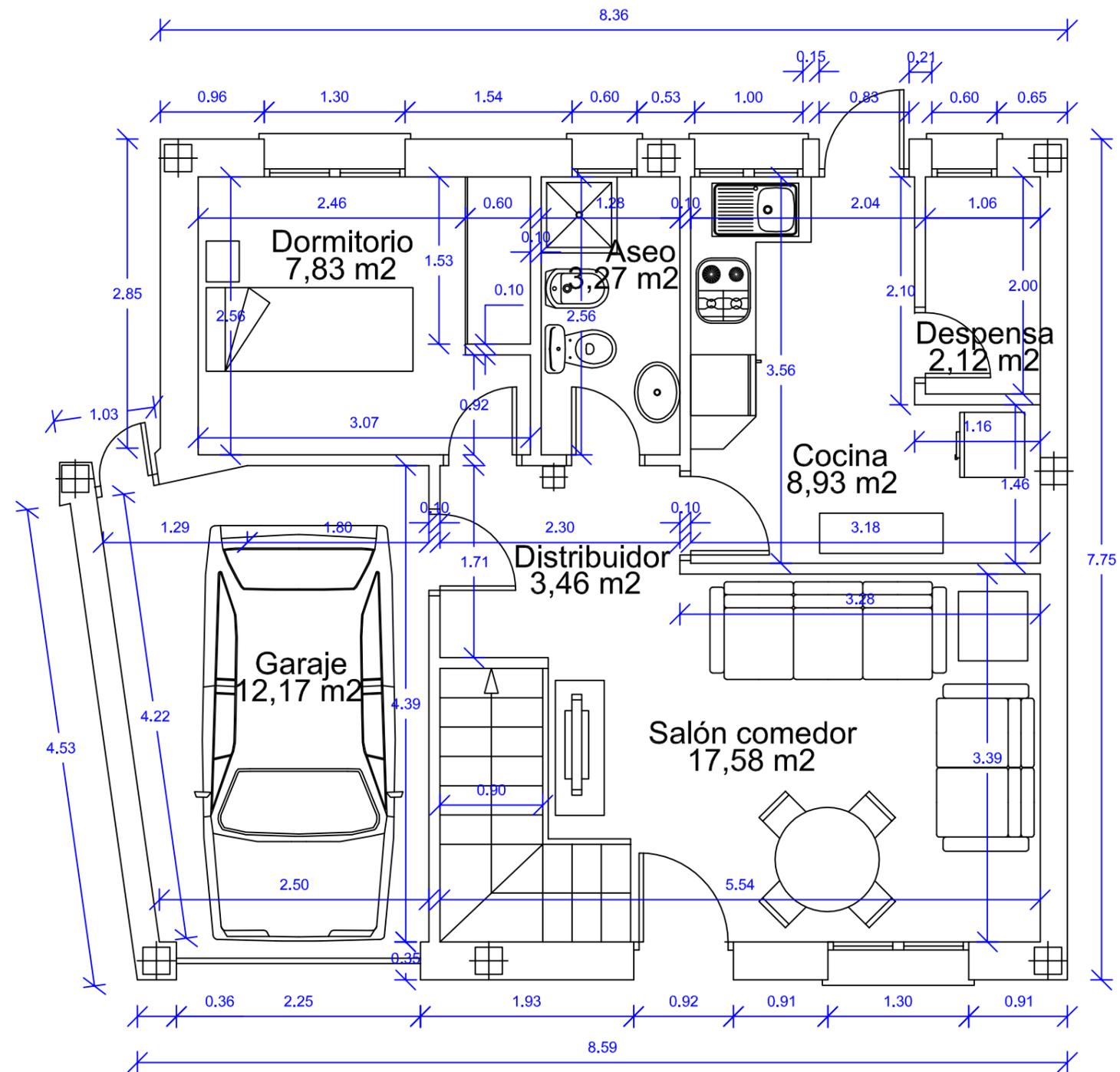


LEYENDA	
	Redes de Generales de agua y saneamiento
	Armario acometida abastecimiento de agua
	Armario acometida energía eléctrica
	Acceso vehículo
	Acceso peatonal

Calle convento N° 40

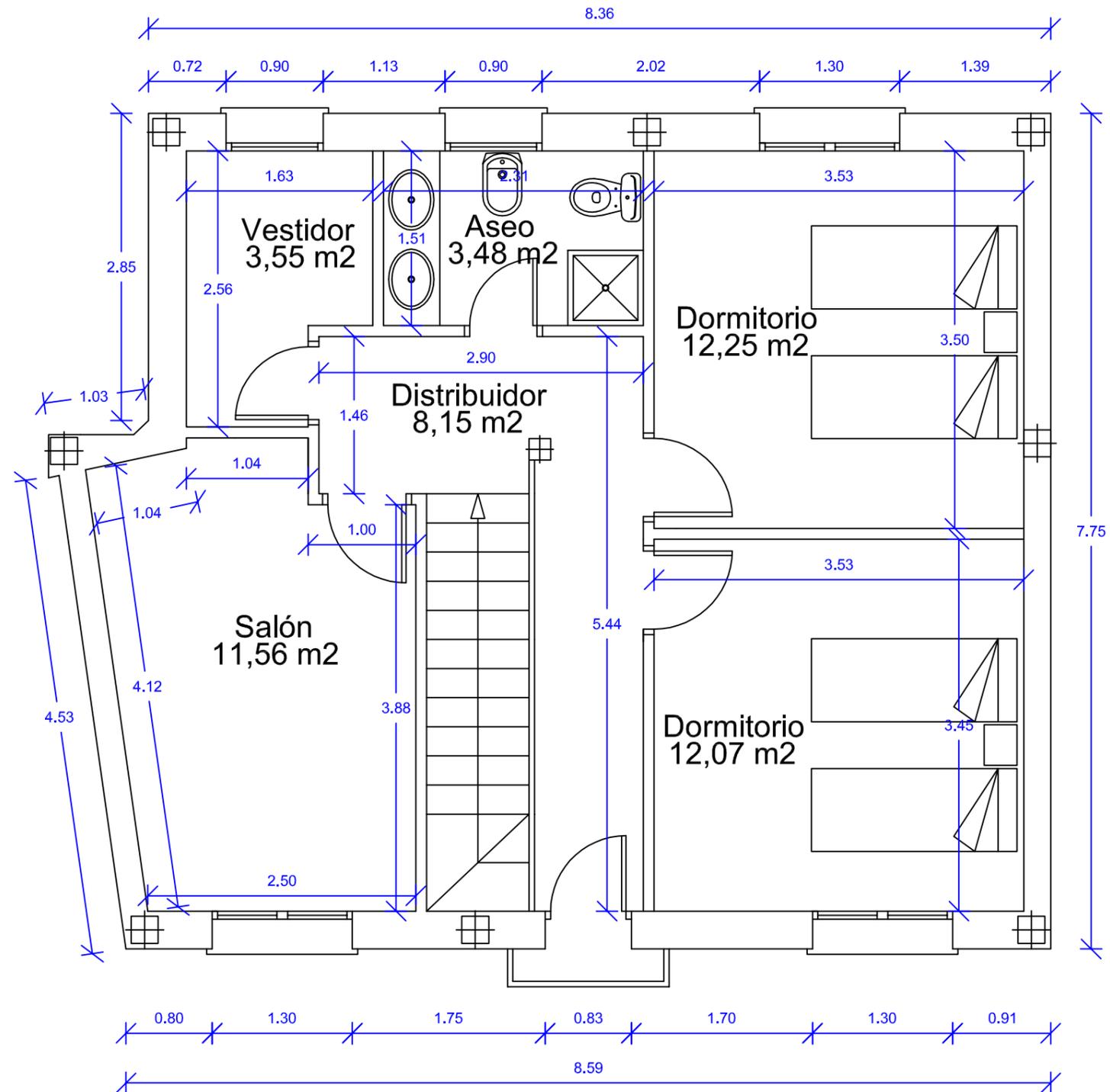
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)		
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA: 1 / 100
PLANO	Emplazamiento en parcela	FECHA: 12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 1
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán	

DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA (PB)



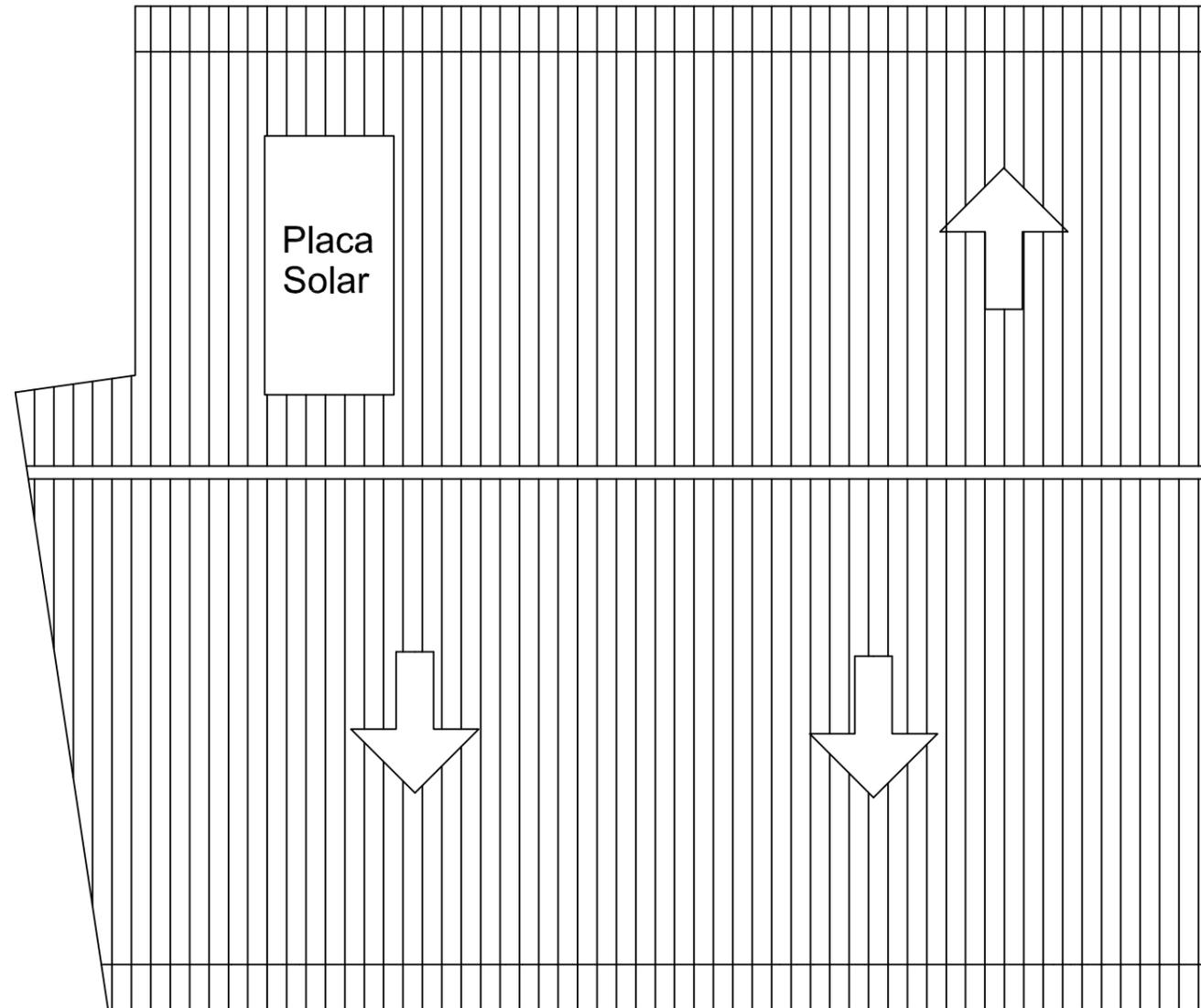
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
PLANO	Distribución Planta Baja (PB)	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 2	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA (P1)



 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)		ESCALA: 1 / 50 FECHA: 12 - 09 - 2014	
PLANO Distribución Planta Primera (P1)		Nº 3	
AUTOR DEL PLANO José Manuel Olivares Palomares			
PROFESOR TUTOR Amadeo Pascual Galán			

PLANTA DE CUBIERTA



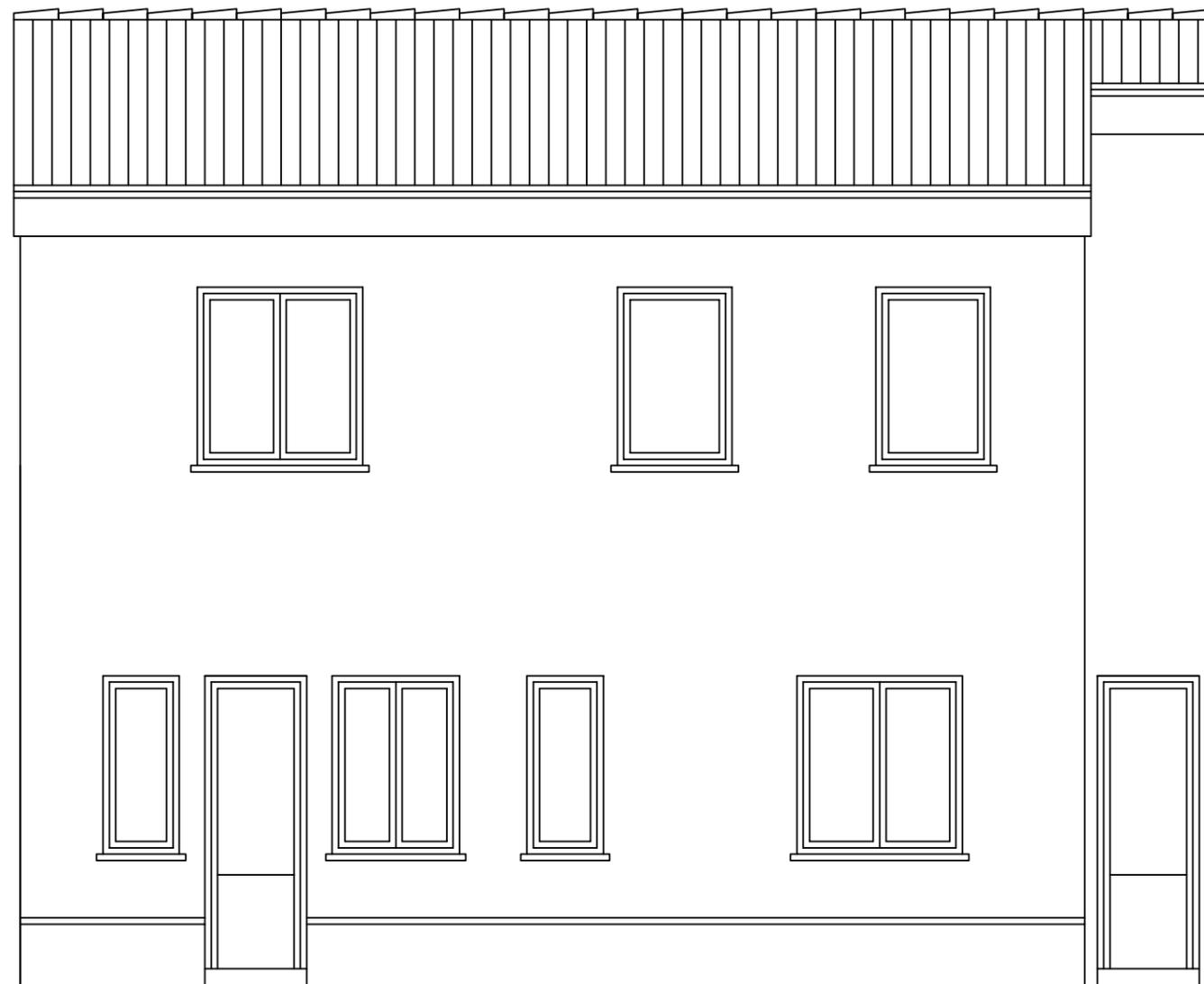
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
		FECHA:	12 - 09 - 2014
PLANO	Planta de Cubierta	Nº 4	
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares		
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

ALZADO PRINCIPAL



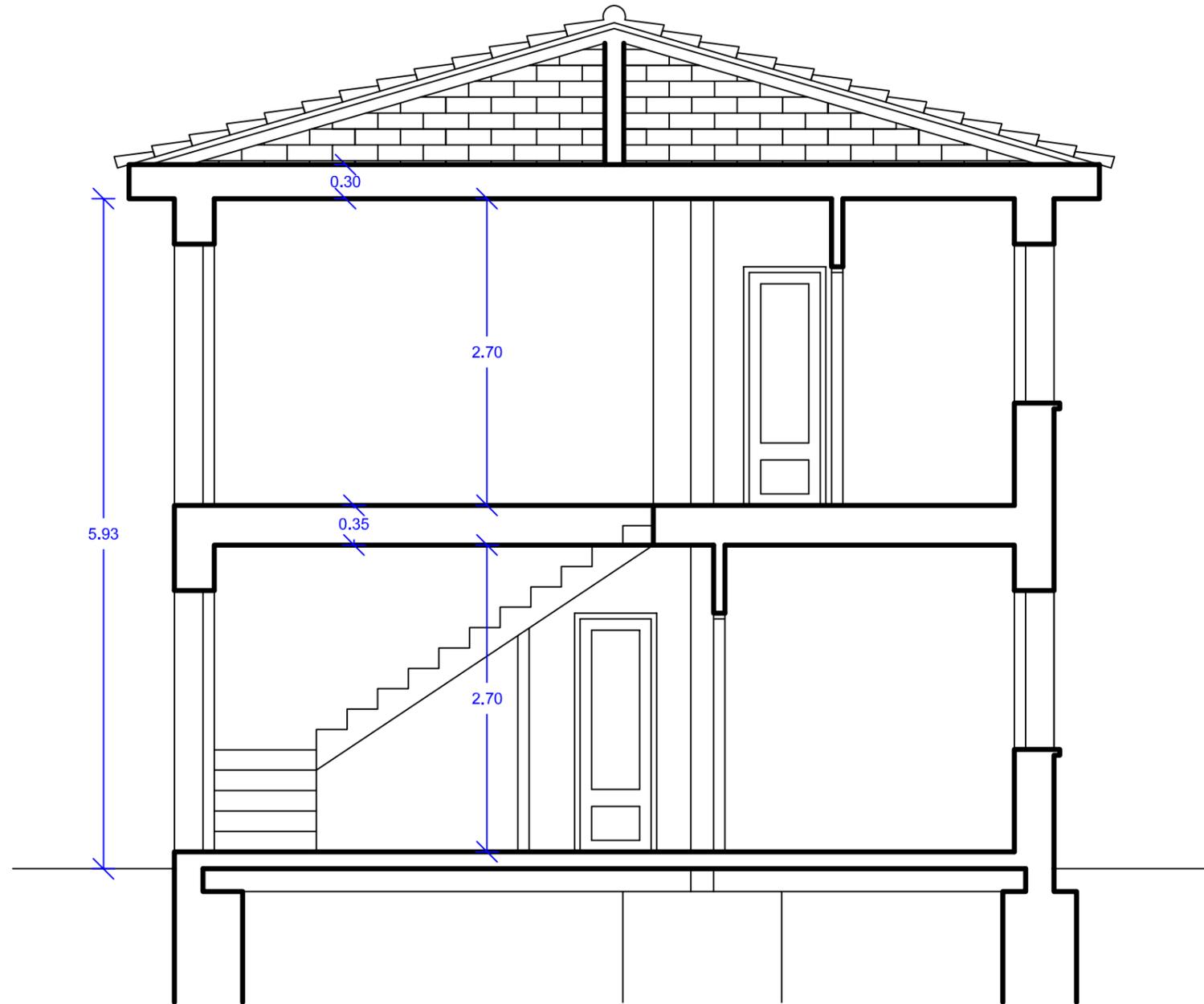
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación		 Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)	
TÍTULO Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)		ESCALA:	1 / 50
PLANO Alzado Principal		FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO José Manuel Olivares Palomares		N ^o 5	
PROFESOR TUTOR Amadeo Pascual Galán			

ALZADO POSTERIOR



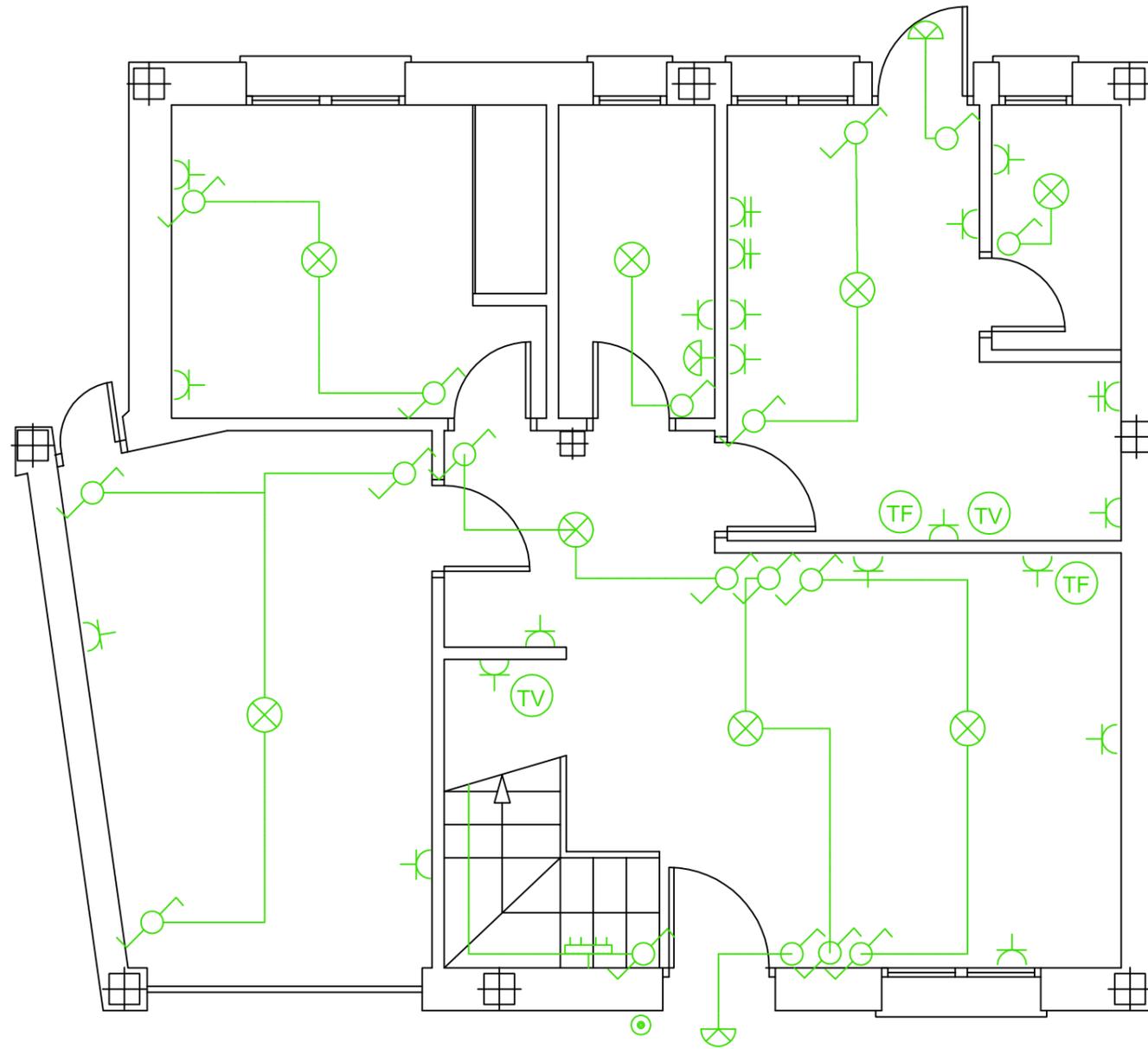
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación		 Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)	
TÍTULO Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)		ESCALA: 1 / 50	FECHA: 12 - 09 - 2014
PLANO Alzado Posterior		N ^o 6	
AUTOR DEL PLANO José Manuel Olivares Palomares			
PROFESOR TUTOR Amadeo Pascual Galán			

SECCIÓN VERTICAL



 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
PLANO	Sección Vertical	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 7	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD (PB)

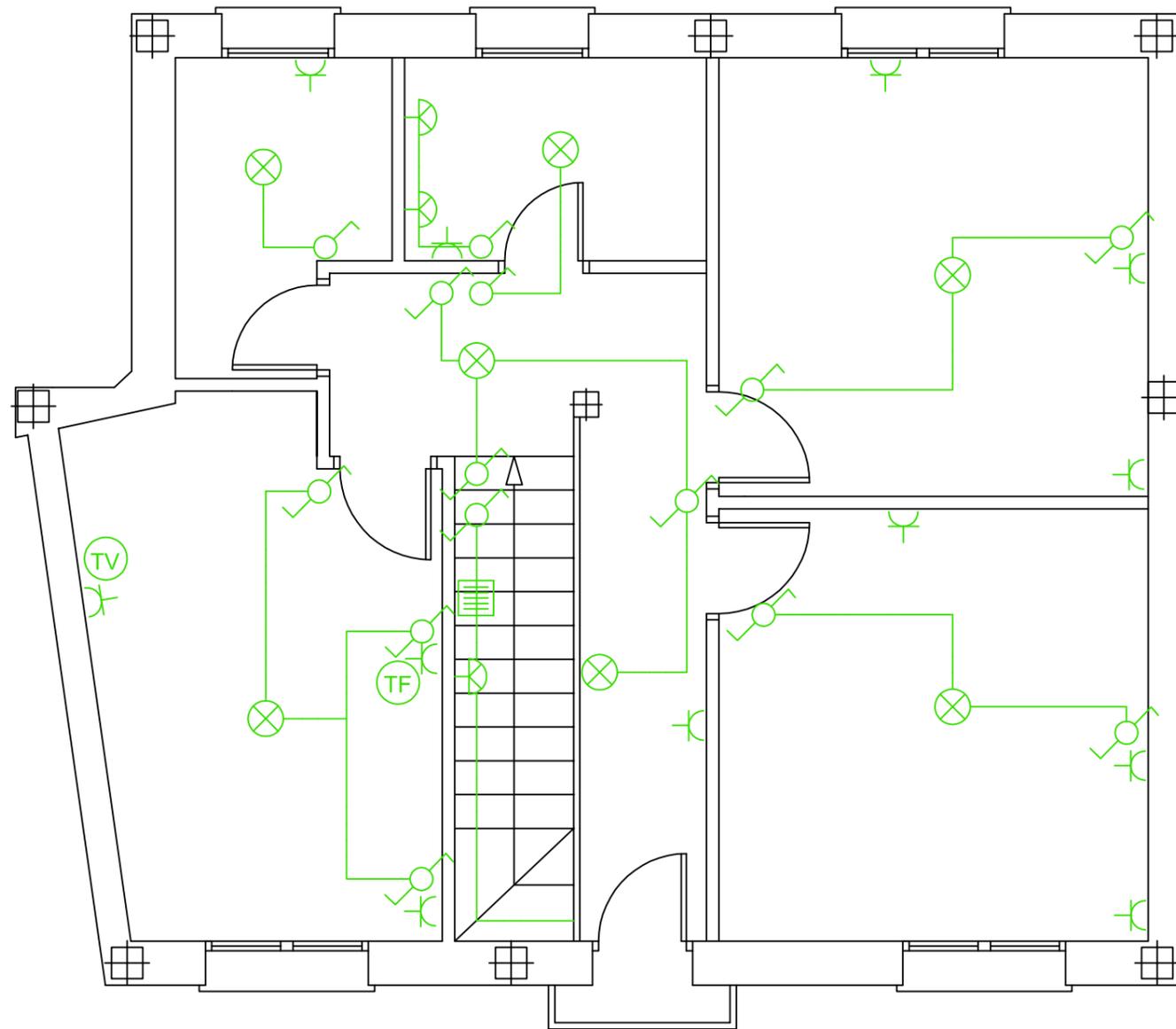


LEYENDA

	Cuadro mando y protección		Enchufe 16A + T.T.
	Línea repartidora		Enchufe 25A + T.T.
	Punto de luz		Toma de teléfono
	Aplique mural		Toma de televisión
	Interruptor sencillo		Pulsador
	Interruptor conmutado		Zumbador

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
PLANO	Instalación de electricidad (PB)	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 8	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD (P1)

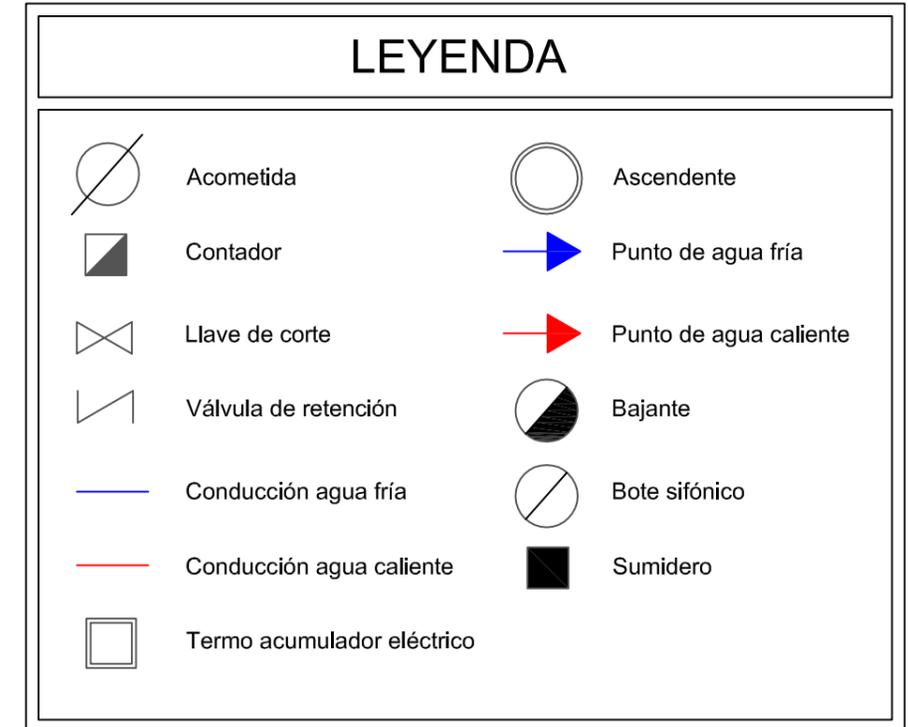
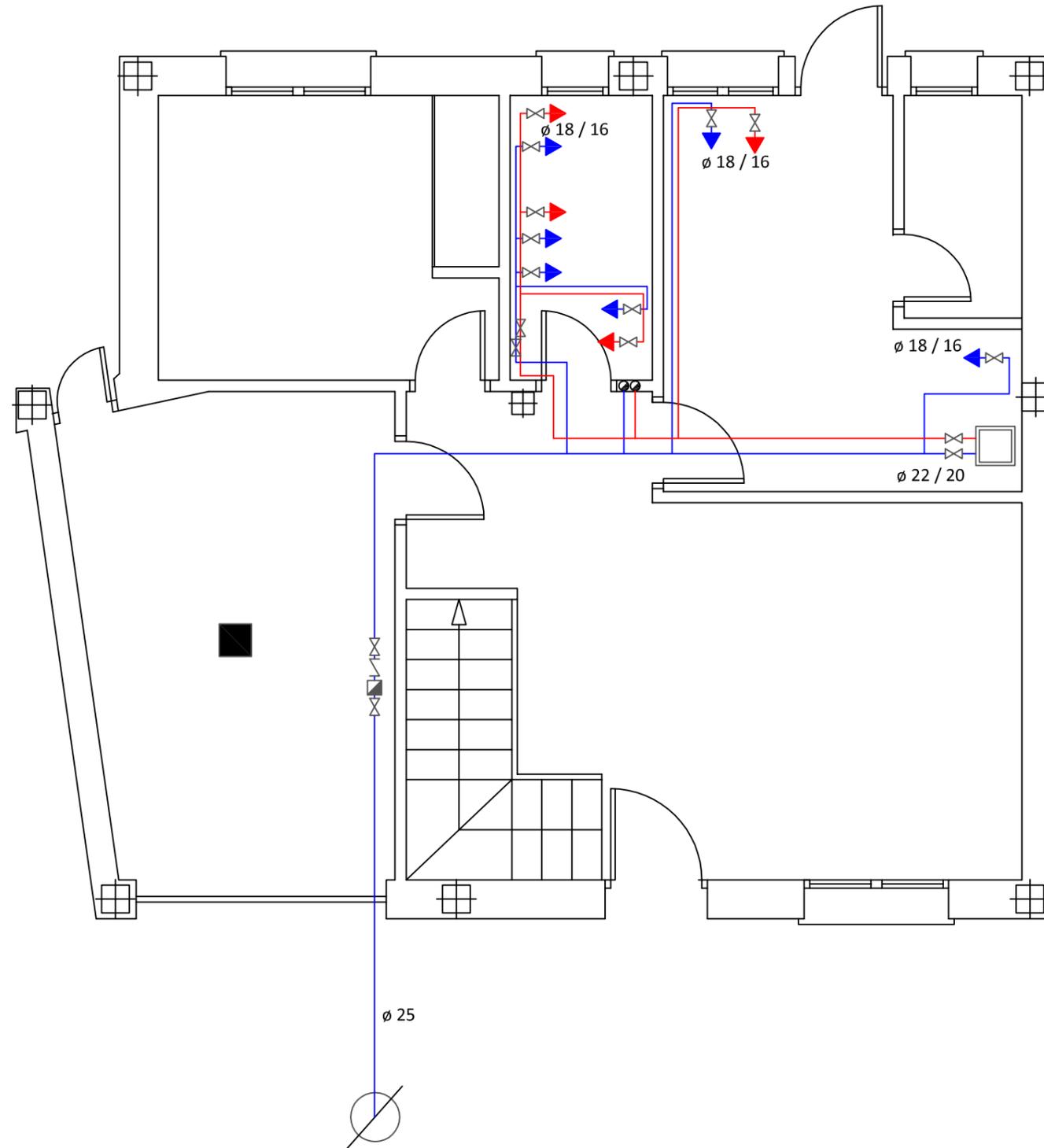


LEYENDA

	Cuadro mando y protección		Enchufe 16A + T.T.
	Línea repartidora		Enchufe 25A + T.T.
	Punto de luz		Toma de teléfono
	Aplique mural		Toma de televisión
	Interruptor sencillo		Pulsador
	Interruptor conmutado		Zumbador

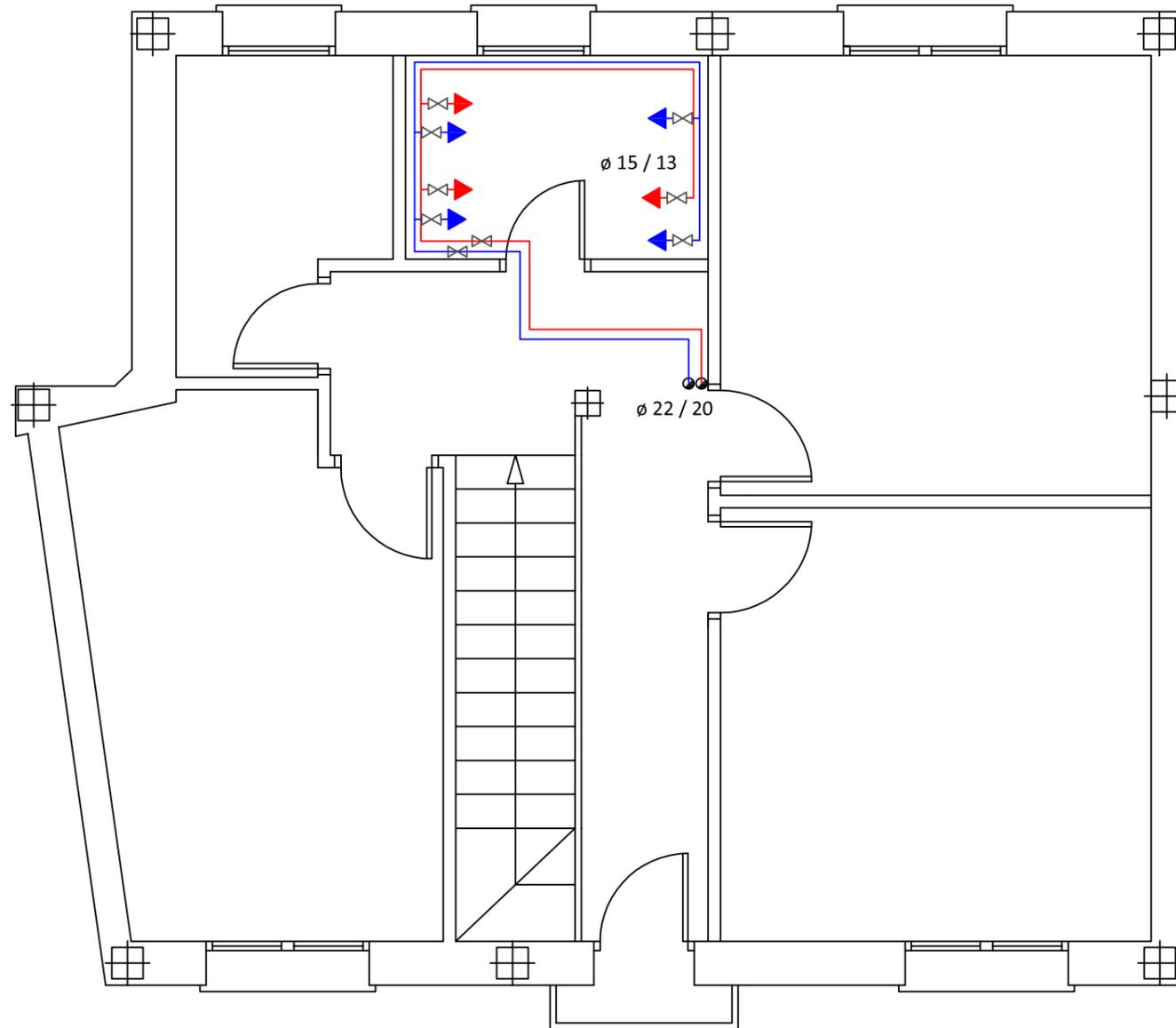
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
PLANO	Instalación de electricidad (P1)	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 9	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

INSTALACIÓN DE FONTANERÍA (PB)



 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
PLANO	Instalación de fontanería (PB)	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 10	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

INSTALACIÓN DE FONTANERÍA (P1)

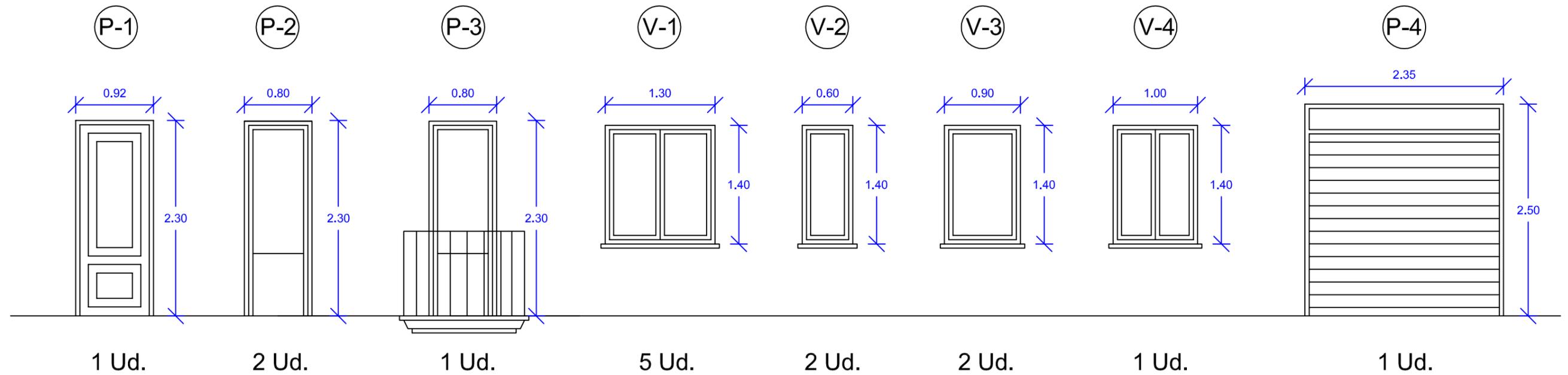


LEYENDA

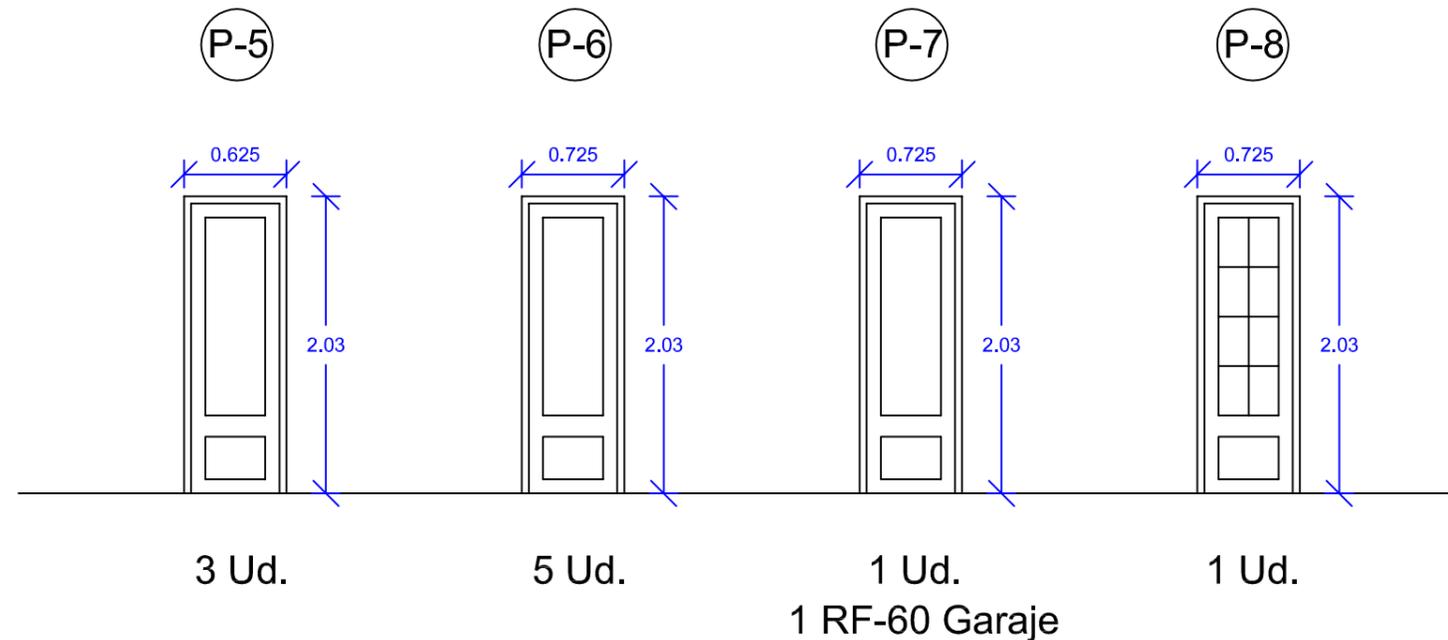
	Acometida		Ascendente
	Contador		Punto de agua fría
	Llave de corte		Punto de agua caliente
	Válvula de retención		Bajante
	Conducción agua fría		Bote sifónico
	Conducción agua caliente		Sumidero
	Termo acumulador eléctrico		

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
PLANO	Instalación de fontanería (P1)	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 11	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

CARPINTERÍA EXTERIOR

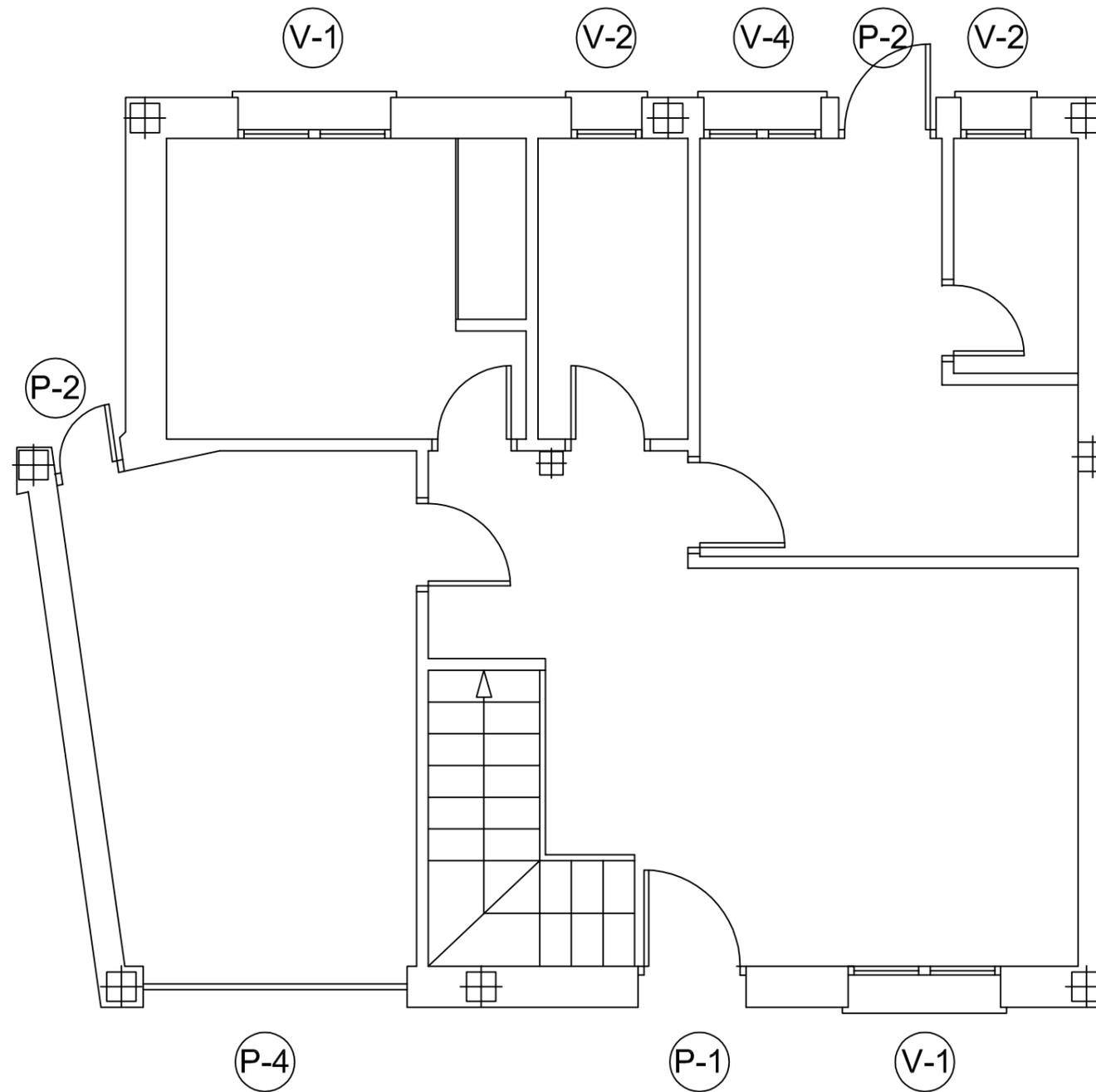


CARPINTERÍA INTERIOR



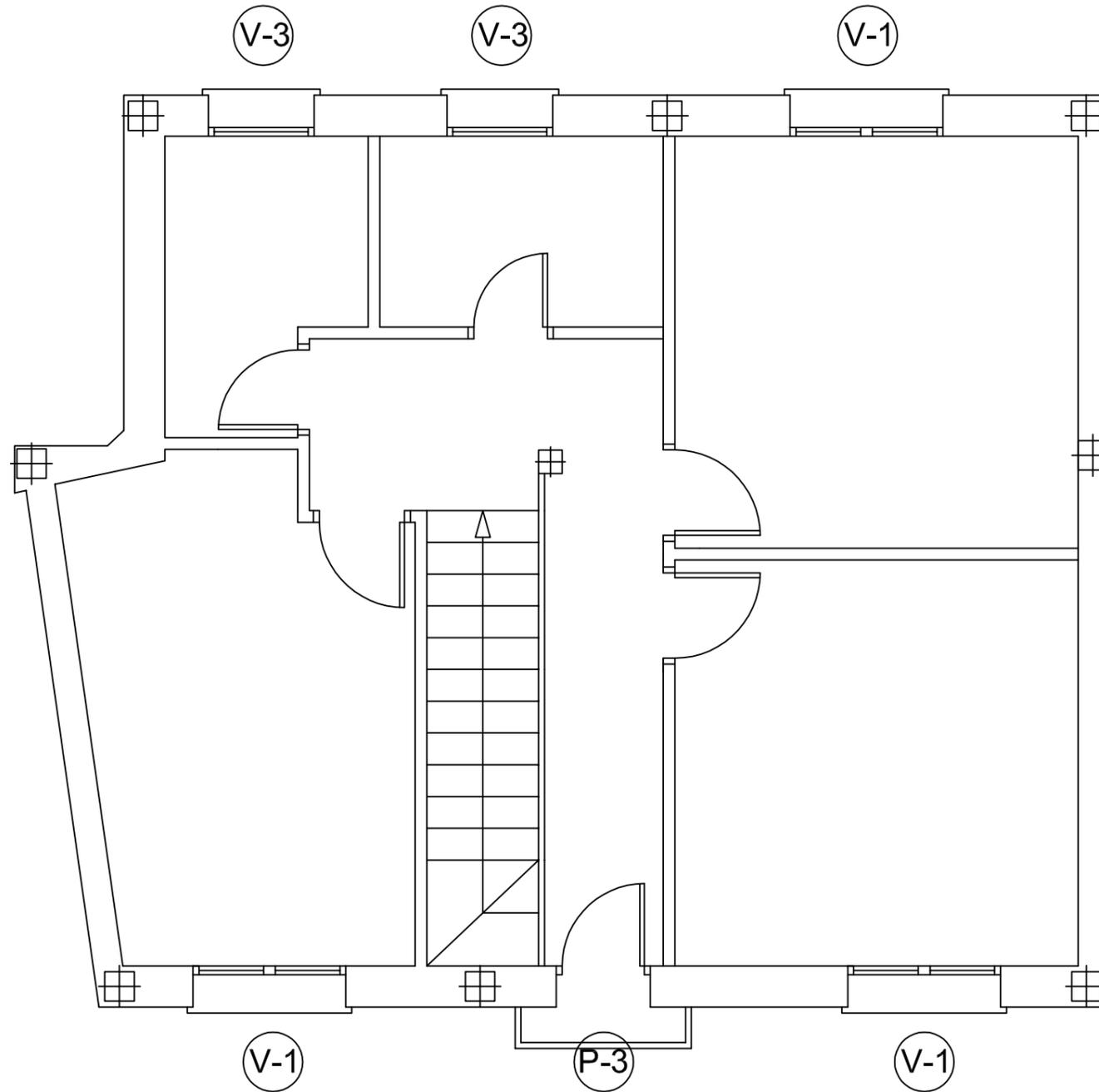
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)		ESCALA: 1 / 50 FECHA: 12 - 09 - 2014	
PLANO Carpintería Exterior e Interior		Nº 12	
AUTOR DEL PLANO José Manuel Olivares Palomares		PROFESOR TUTOR Amadeo Pascual Galán	

CARPINTERÍA EXTERIOR (PB)



 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación		 Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)	
TÍTULO Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)		ESCALA: 1 / 50	FECHA: 12 - 09 - 2014
PLANO Carpintería Exterior (PB)		Nº 13	
AUTOR DEL PLANO José Manuel Olivares Palomares			
PROFESOR TUTOR Amadeo Pascual Galán			

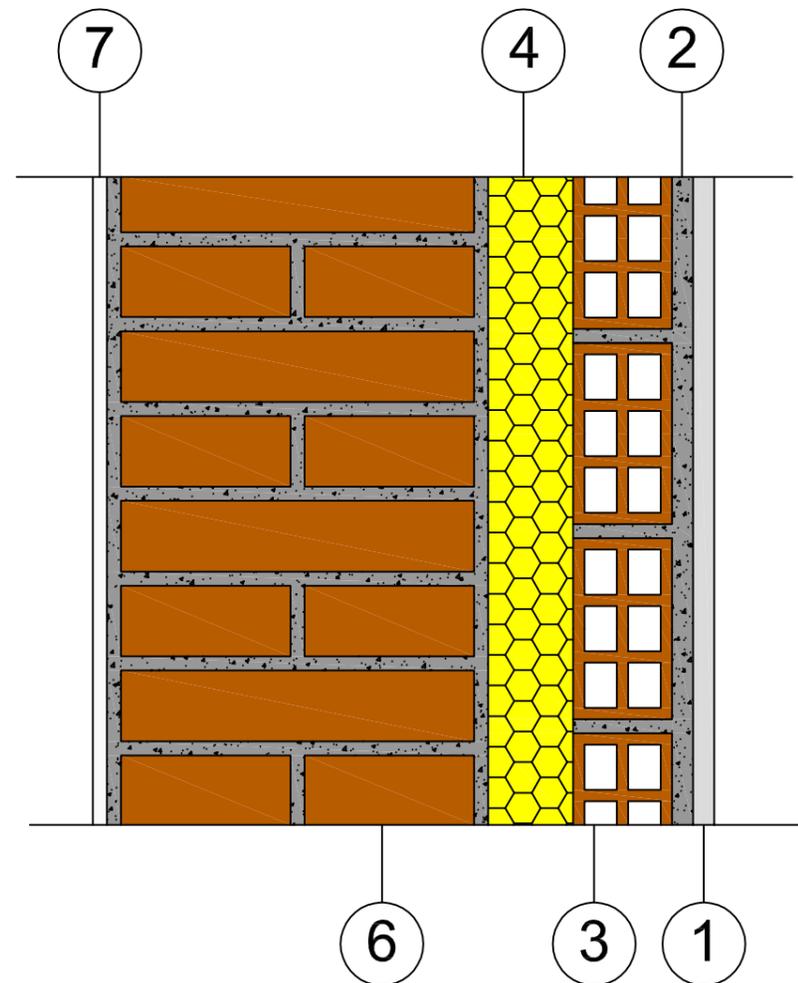
CARPINTERÍA EXTERIOR (P1)



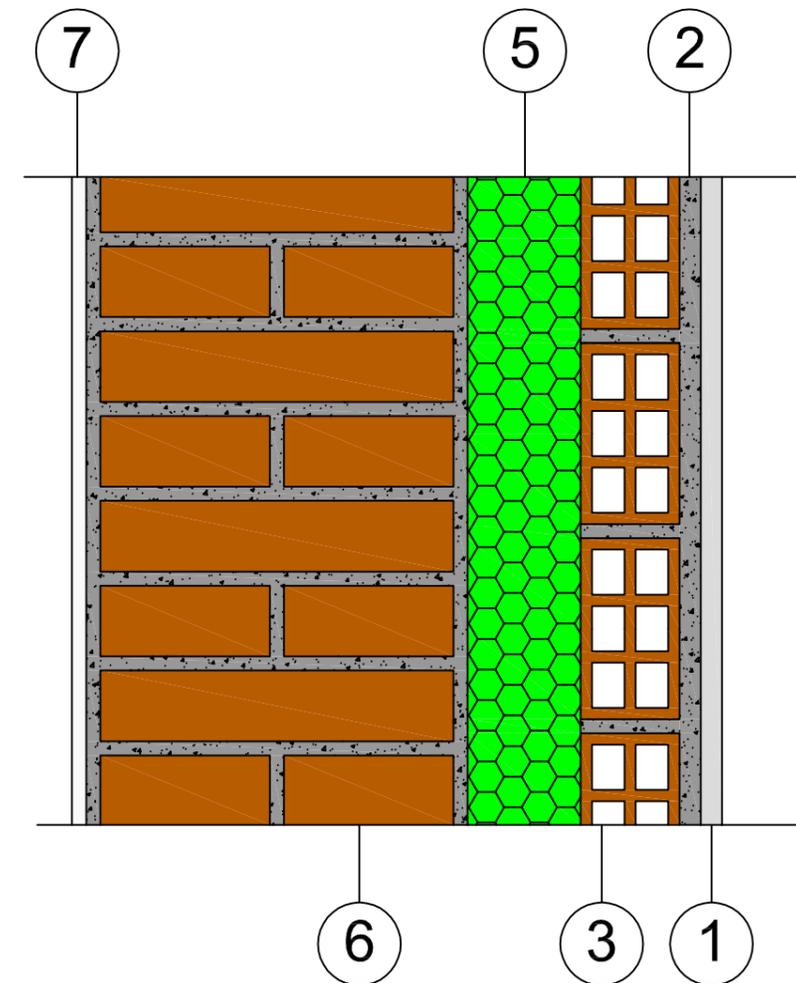
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 50
PLANO	Carpintería Exterior (P1)	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 14	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

DETALLE CONSTRUCTIVO - FACHADA PRINCIPAL - ZONAS NO HÚMEDAS

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



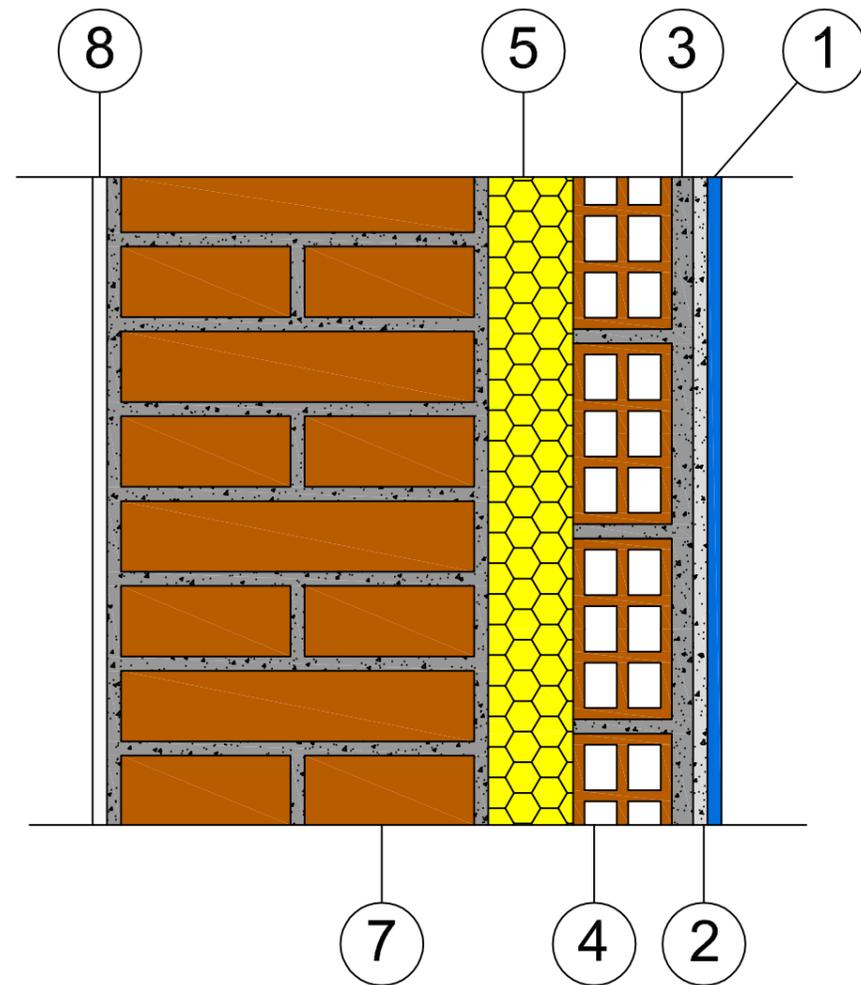
LEYENDA

- | | |
|---|---|
| ① Enlucido de yeso | ⑤ Panel de espuma de poliuretano |
| ② Mortero 1:6 | ⑥ Fábrica ladrillo perforado (LP) 1 pie |
| ③ Tabicón ladrillo hueco doble (LHD) | ⑦ Acabado de piedra |
| ④ Aislante Poliestireno Expandido (EPS) | |

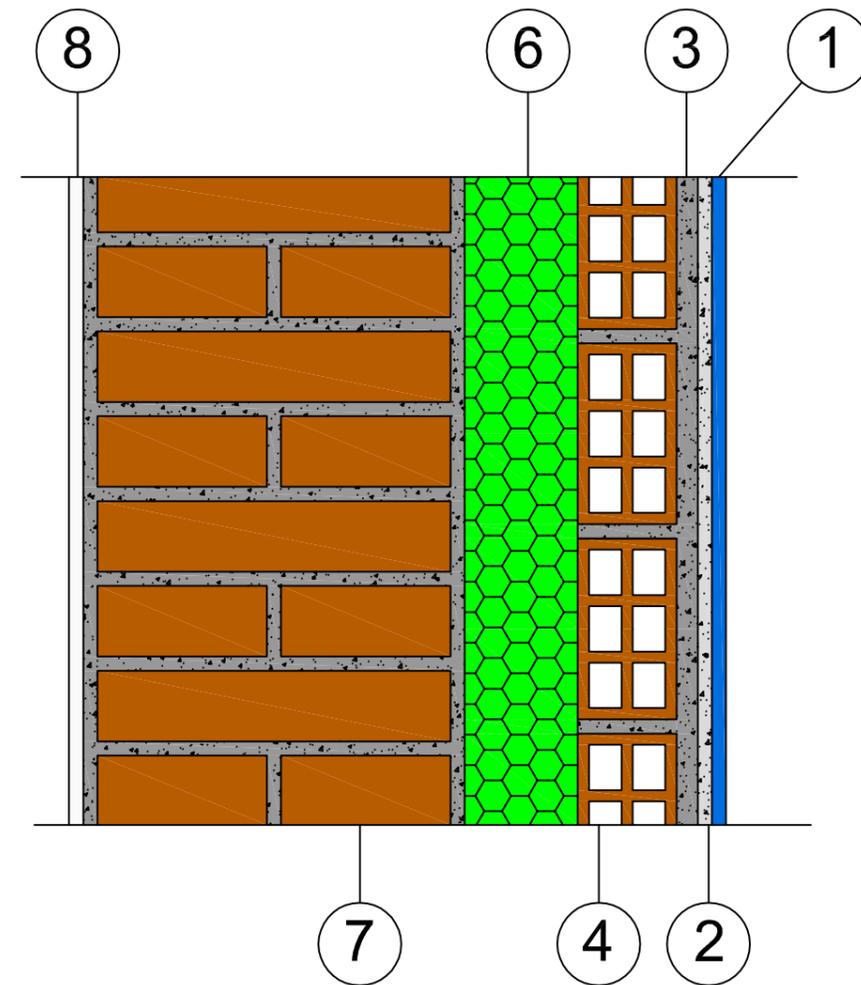
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 5
PLANO	Detalle constructivo-Fachada principal-Zonas no húmedas	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº	15
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

DETALLE CONSTRUCTIVO - FACHADA PRINCIPAL - ZONAS HÚMEDAS

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



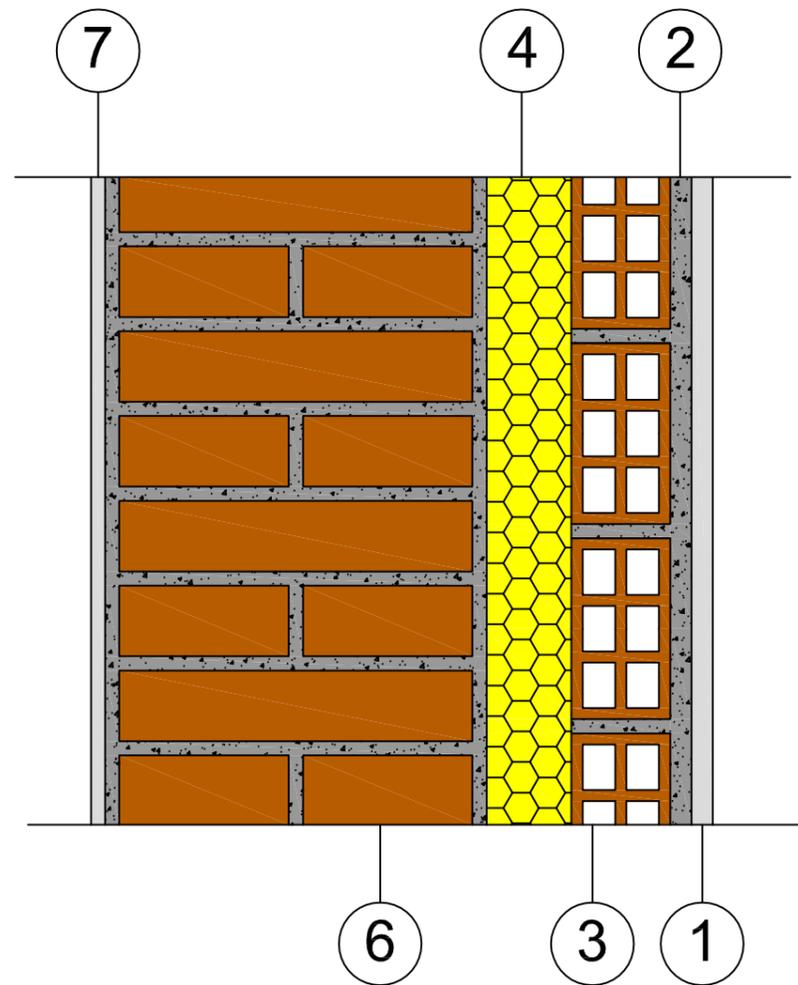
LEYENDA

- | | |
|--------------------------------------|---|
| ① Azulejo cerámico | ⑤ Aislante Poliestireno Expandido (EPS) |
| ② Mortero de agarre | ⑥ Panel de espuma de poliuretano |
| ③ Mortero 1:6 | ⑦ Fábrica ladrillo perforado (LP) 1 pie |
| ④ Tabicón ladrillo hueco doble (LHD) | ⑧ Acabado de piedra |

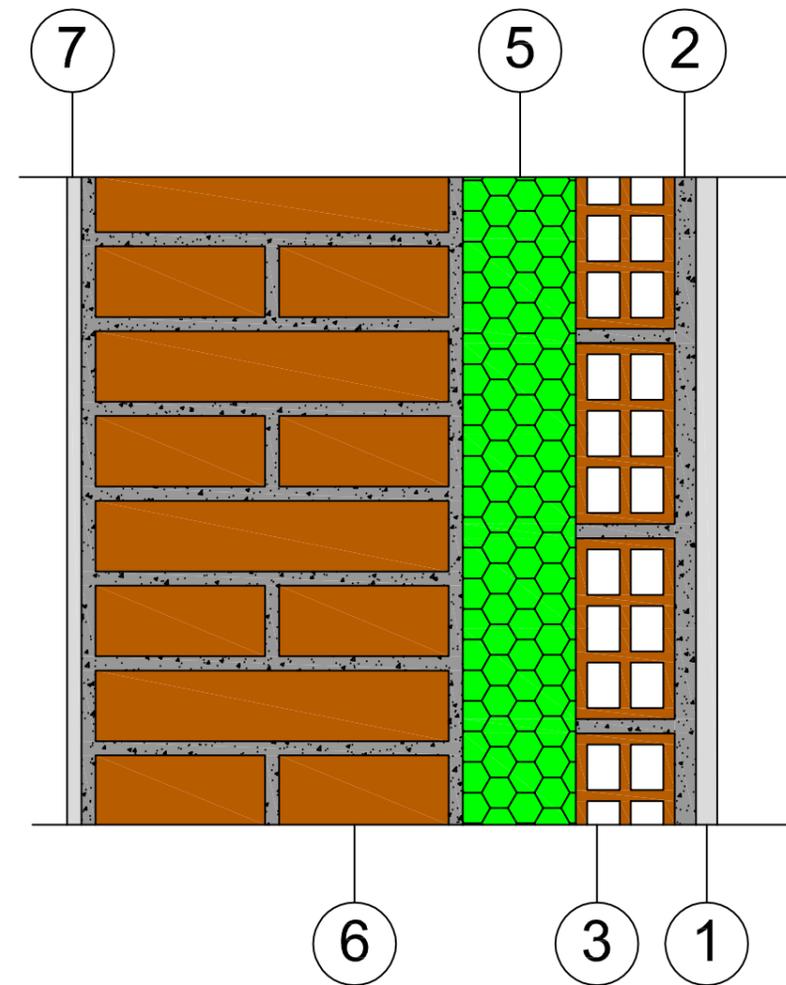
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.) 	
TÍTULO	ESCALA: 1 / 5
Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	FECHA: 12 - 09 - 2014
PLANO	Nº 16
Detalle constructivo-Fachada principal-Zonas húmedas	
AUTOR DEL PLANO	
José Manuel Olivares Palomares	
PROFESOR TUTOR	
Amadeo Pascual Galán	

DETALLE CONSTRUCTIVO - FACHADA POSTERIOR - ZONAS NO HÚMEDAS

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



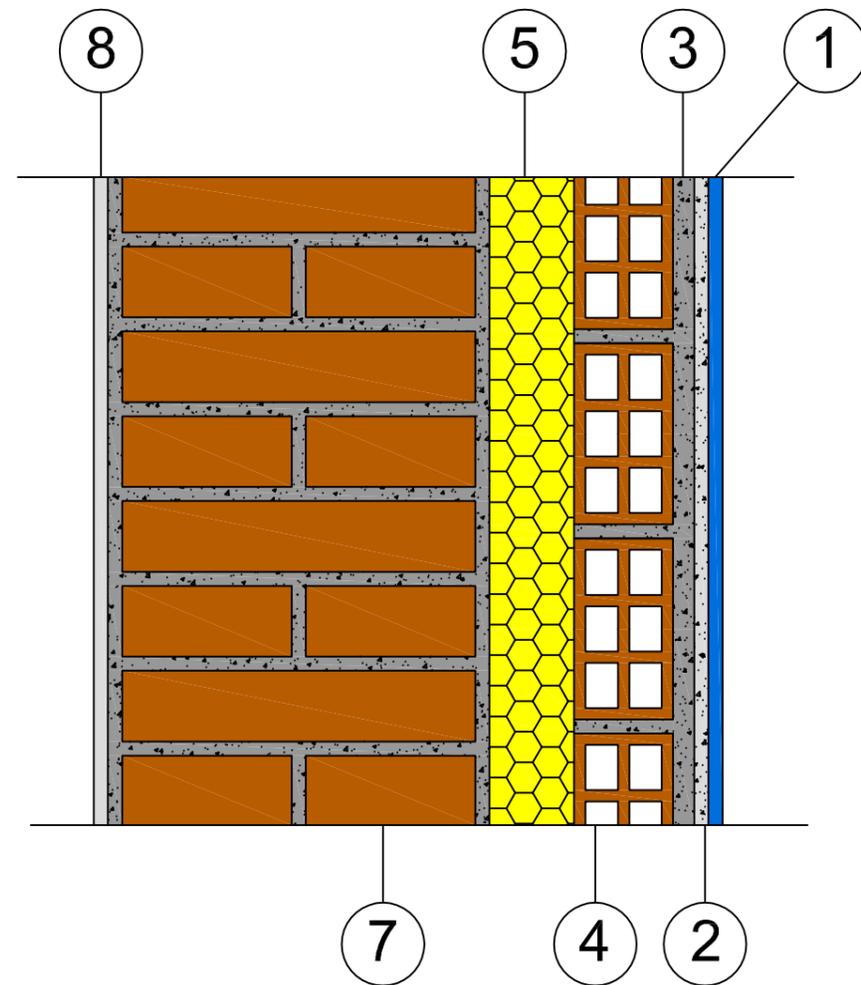
LEYENDA

- | | |
|---|---|
| ① Enlucido de yeso | ⑤ Panel de espuma de poliuretano |
| ② Mortero 1:6 | ⑥ Fábrica ladrillo perforado (LP) 1 pie |
| ③ Tabicón ladrillo hueco doble (LHD) | ⑦ Enfoscado de cemento |
| ④ Aislante Poliestireno Expandido (EPS) | |

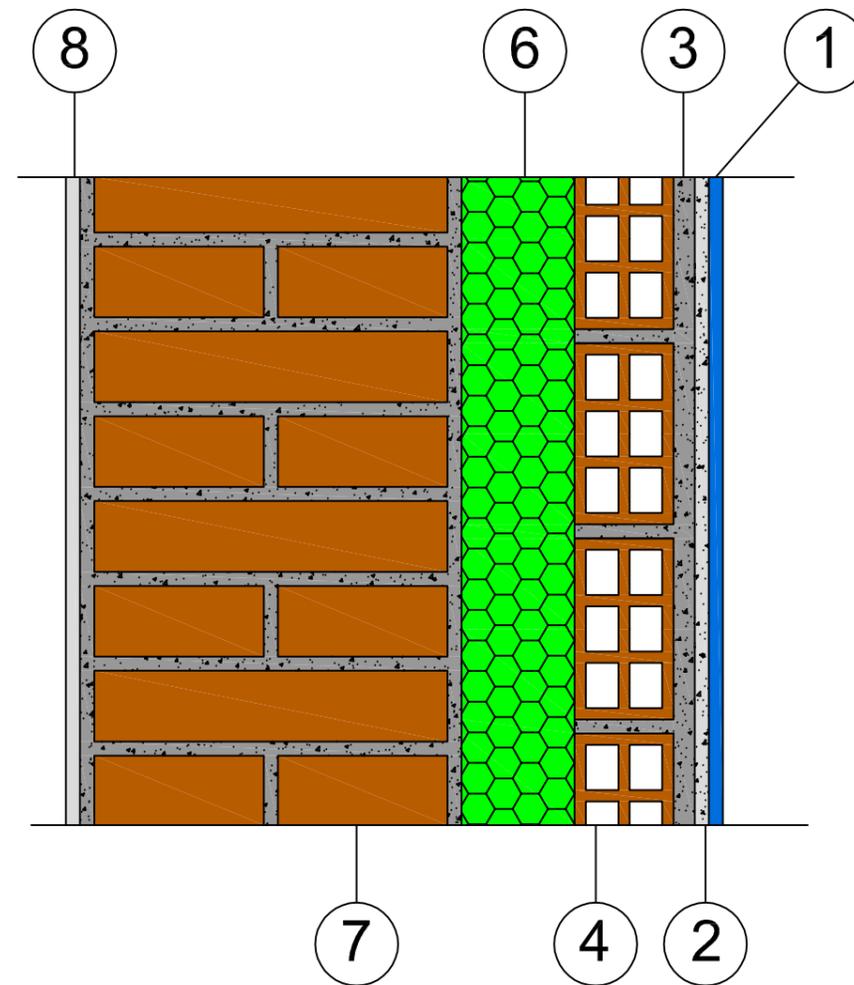
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 5
PLANO	Detalle constructivo-Fachada posterior-Zonas no húmedas	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº	17
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

DETALLE CONSTRUCTIVO - FACHADA POSTERIOR - ZONAS HÚMEDAS

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



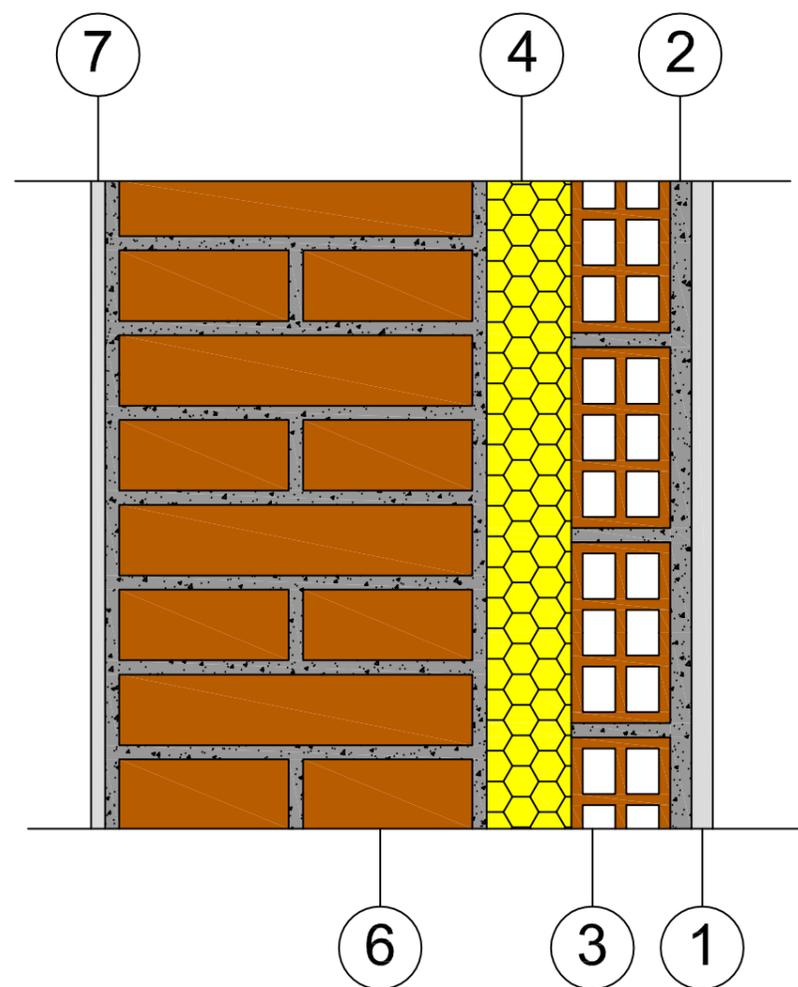
LEYENDA

- | | |
|--------------------------------------|---|
| ① Azulejo cerámico | ⑤ Aislante Poliestireno Expandido (EPS) |
| ② Mortero de agarre | ⑥ Panel de espuma de poliuretano |
| ③ Mortero 1:6 | ⑦ Fábrica ladrillo perforado (LP) 1 pie |
| ④ Tabicón ladrillo hueco doble (LHD) | ⑧ Enfoscado de cemento |

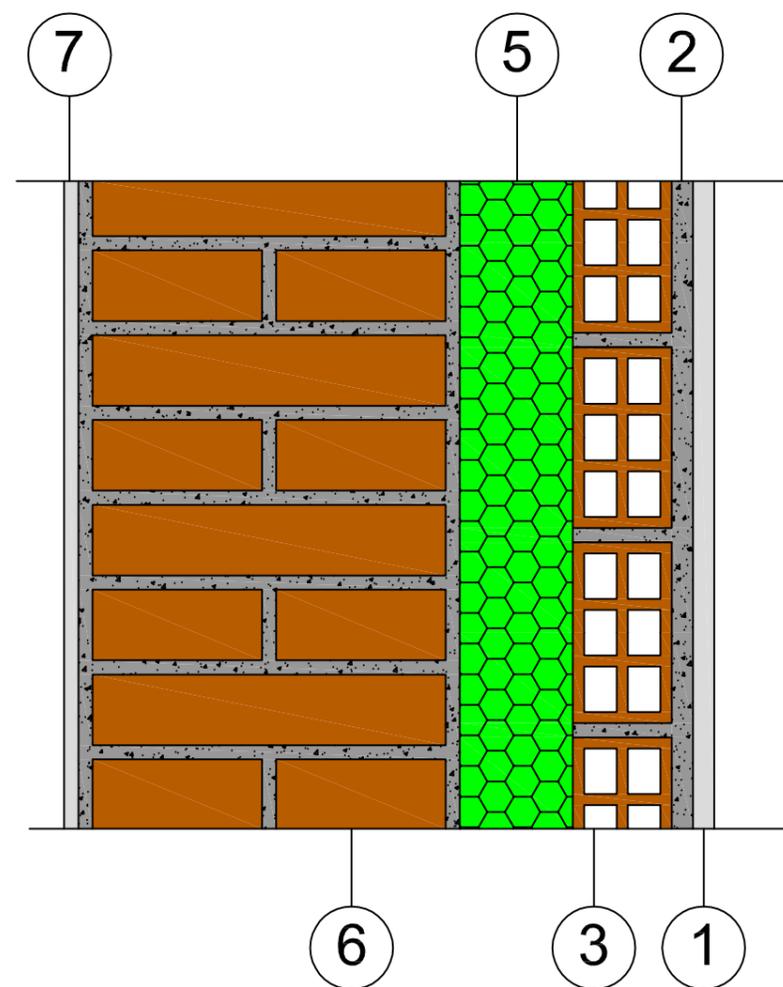
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.) 	ESCALA: 1 / 5
TÍTULO Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	FECHA: 12 - 09 - 2014
PLANO Detalle constructivo-Fachada posterior-Zonas húmedas	Nº
AUTOR DEL PLANO José Manuel Olivares Palomares	18
PROFESOR TUTOR Amadeo Pascual Galán	

DETALLE CONSTRUCTIVO - MEDIANERAS

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



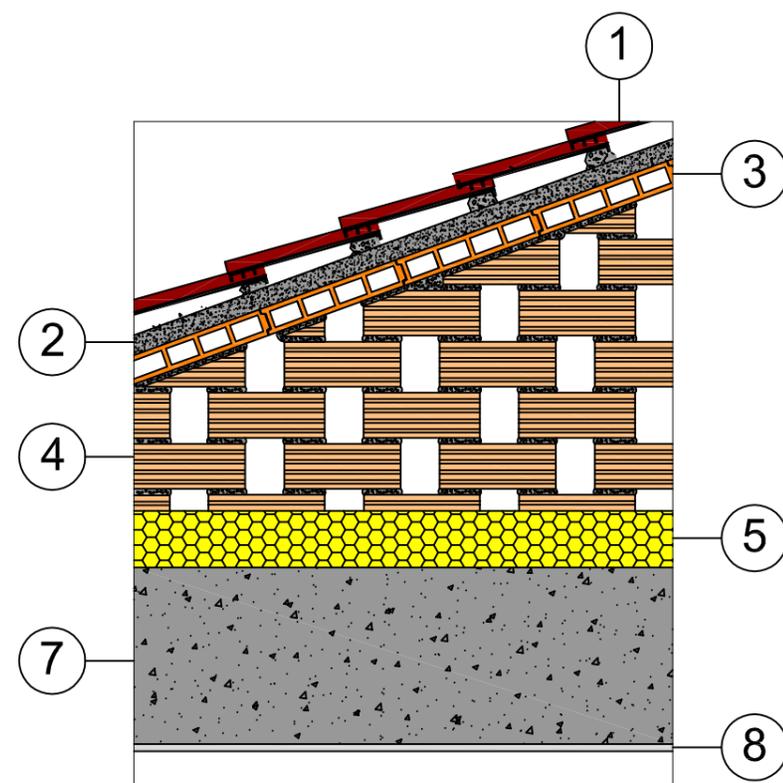
LEYENDA

- | | |
|---|---|
| ① Enlucido de yeso | ⑤ Panel de espuma de poliuretano |
| ② Mortero 1:6 | ⑥ Fábrica ladrillo perforado (LP) 1 pie |
| ③ Tabicón ladrillo hueco doble (LHD) | ⑦ Enfoscado de cemento |
| ④ Aislante Poliestireno Expandido (EPS) | |

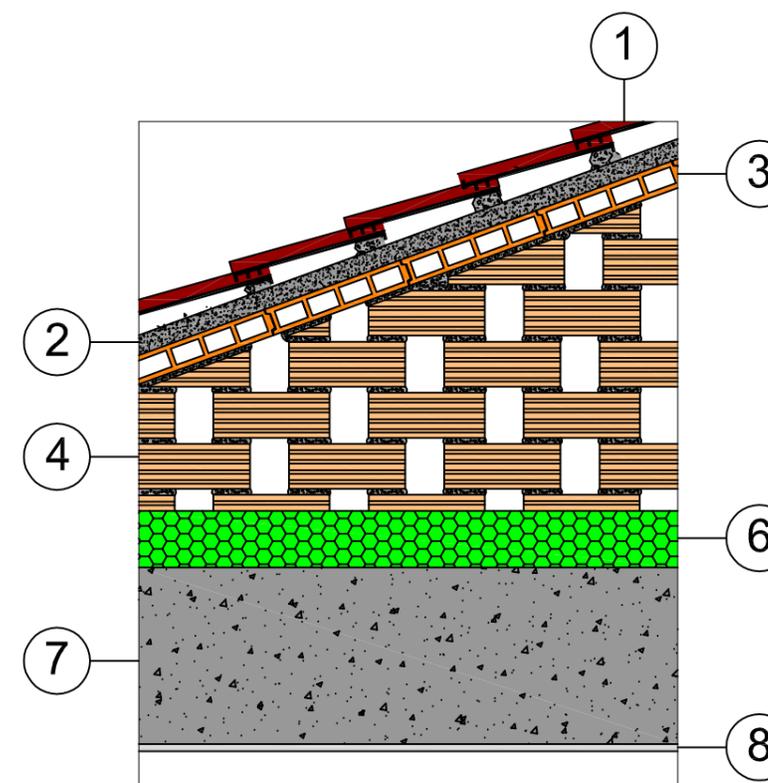
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.) 	
TÍTULO Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA: 1 / 5 FECHA: 12 - 09 - 2014
PLANO Detalle constructivo-Medianeras	Nº 19
AUTOR DEL PLANO José Manuel Olivares Palomares	
PROFESOR TUTOR Amadeo Pascual Galán	

DETALLE CONSTRUCTIVO - CUBIERTA INCLINADA

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



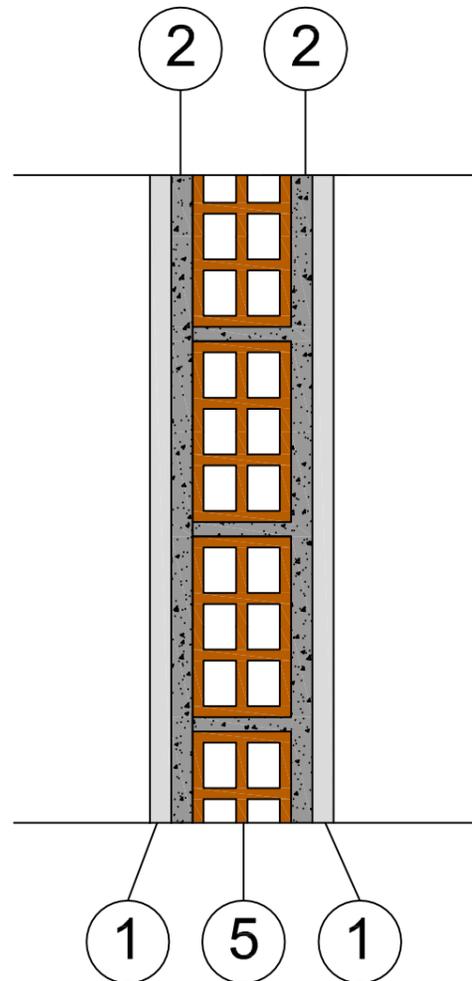
LEYENDA

- | | |
|--|----------------------------------|
| ① Teja mixta | ⑥ Panel de espuma de poliuretano |
| ② Mortero de agarre | ⑦ Forjado unidireccional |
| ③ Tablero de rasillón | ⑧ Enlucido de yeso |
| ④ Formación de pendientes mediante tabiquillos conejeros | |
| ⑤ Manta de fibra de vidrio | |

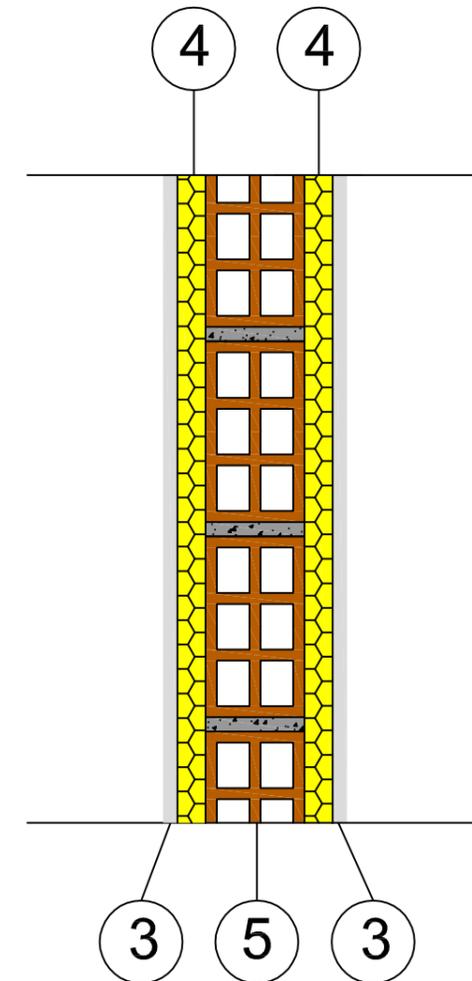
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa M ^a del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA	1 / 10
PLANO	Detalle constructivo-Cubierta inclinada	FECHA	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 20	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

DETALLE CONSTRUCTIVO - TABIQUE GARAJE

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



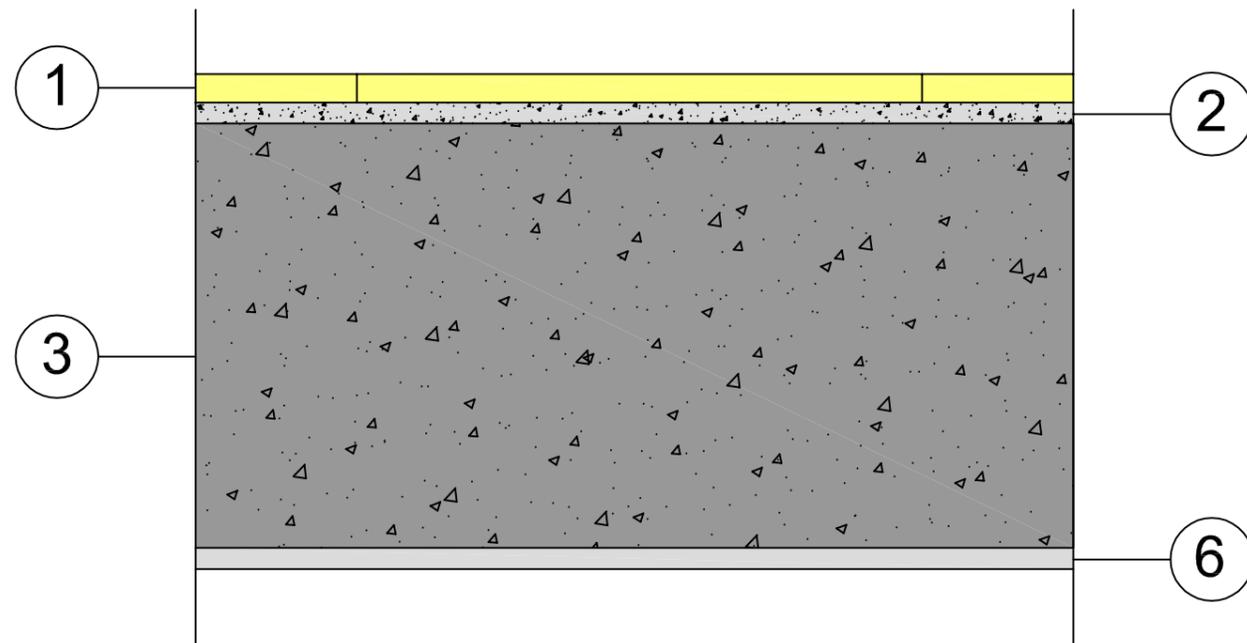
LEYENDA

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| ① Enlucido de yeso | ④ Poliestireno expandido |
| ② Mortero 1:6 | ⑤ Tabicón ladrillo hueco doble (LHD) |
| ③ Panel de yeso laminado | |

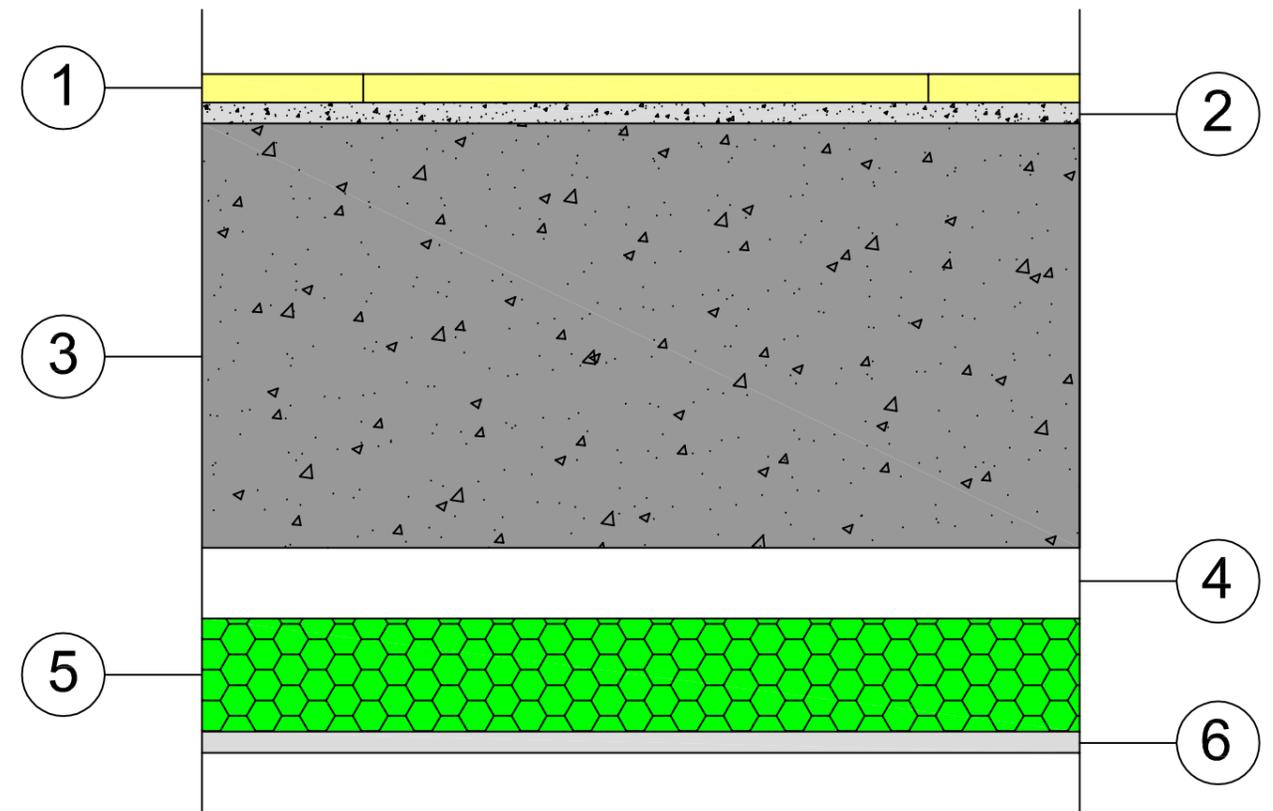
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 5
PLANO	Detalle constructivo-Tabique garaje	FECHA:	12 - 09 - 2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 21	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

DETALLE CONSTRUCTIVO - FORJADO PB-P1

ESTADO ACTUAL



PROPUESTA DE MEJORA



LEYENDA

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| ① Solado de baldosa de gres cerámico | ④ Cámara de aire |
| ② Mortero de agarre | ⑤ Panel de espuma de poliuretano |
| ③ Forjado unidireccional | ⑥ Guarnecido y enlucido de yeso |

 Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Trabajo de Fin de Grado (T.F.G.)			
TÍTULO	Estudio de la Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar (Santa Mª del Campo Rus - Cuenca)	ESCALA:	1 / 5
PLANO	Detalle constructivo-Forjado PB-P1	FECHA:	12-09-2014
AUTOR DEL PLANO	José Manuel Olivares Palomares	Nº 22	
PROFESOR TUTOR	Amadeo Pascual Galán		

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar		
Dirección	C/ Convento, 40, Santa Maria del Campo Rus, Cuenca		
Municipio	Santa María del Campo Rus	Código Postal	16621
Provincia	Cuenca	Comunidad Autónoma	Castilla - La Mancha
Zona climática	D2	Año construcción	2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	C.T.E.		
Referencia/s catastral/es	9991615WJ4799S0001GK		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ● Unifamiliar ○ Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ○ Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	José Manuel Olivares Palomares	NIF	44889508V
Razón social	.	CIF	.
Domicilio	C/ Tres Forques, 127		
Municipio	Valencia	Código Postal	46014
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	josolpa@edificacion.upv.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	.		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación 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: 8/9/2014

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:

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]	94.25
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	67.61	0.44	Conocido
Muro de fachada N	Fachada	50.68	0.40	Conocido
Muro de fachada S	Fachada	49.32	0.40	Conocido
Muro de fachada E	Fachada	17.67	0.40	Conocido
Muro de fachada S2	Fachada	6.23	0.40	Conocido
Medianería O	Fachada	44.56	0.00	Por defecto
Medianería E	Fachada	28.175	0.00	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V-1 Fachada N	Hueco	5.46	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V-1 Fachada S	Hueco	3.64	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V-2 Fachada S	Hueco	1.68	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V-3 Fachada S	Hueco	2.52	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V-4 Fachada S	Hueco	1.4	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P-2 Fachada S	Hueco	1.84	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P-2 Fachada S2	Hueco	1.84	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P-3 Fachada N	Hueco	1.84	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P-1 Fachada N	Hueco	2.12	0.00	0.00	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

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

Generadores de refrigeración

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

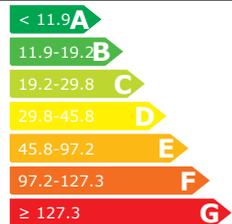
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
ACS	Efecto Joule		80.0	Electricidad	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D2	Uso	Unifamiliar
----------------	----	-----	-------------

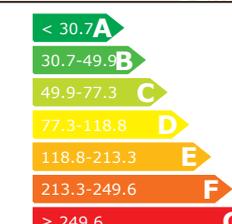
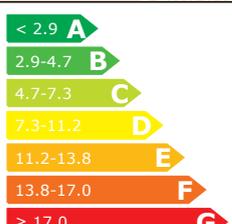
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	90.95 E	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		56.77		30.01	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		F		-	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
90.95		4.17		-	

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

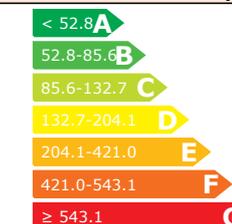
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	148.34 E		10.92 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				148.34		10.92	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	351.07 E	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		213.62		120.69	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		F		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
351.07		16.76		-	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]	
	31.80 D
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>	
31.80	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	62.74 C		6.31 C
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
62.74		6.31	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Demanda [kWh/m ² año]	62.74	C	6.31	C					
Diferencia con situación inicial	85.6 (57.7%)		4.6 (42.2%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	90.35	C	9.69	D	26.65	E	-	-	126.69	C
Diferencia con situación inicial	123.3 (57.7%)		7.1 (42.2%)		94.0 (77.9%)		- (-%)		224.4 (63.9%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	24.01	C	2.41	D	5.38	E	-	-	31.80	D
Diferencia con situación inicial	32.8 (57.7%)		1.8 (42.2%)		24.6 (82.1%)		- (-%)		59.1 (65.0%)	

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 MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: propuestas de mejora</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Panel de espuma de poliuretano - huecos - Mejora de las instalaciones

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.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

-