

-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA-
-ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN-
VALENCIA, 2012/2013

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA.



MARTORELL REYNAL, MARÍA AMPARO

TALLER CIENTIFICO-TÉCNICO: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN

DIRECTOR: PASCUAL GALÁN, AMADEO

ÍNDICE

1. Introducción	2
1.1 Introducción	2
1.1.1 Energías renovables.....	6
1.2 Objetivos del proyecto	12
1.3 Marco normativo	13
1.3.1 Antecedentes normativos de la eficiencia energética	13
1.3.2 Marco normativo actual	13
1.4 La energía. Conceptos básicos	17
1.5 Clasificación energética de los edificios	20
1.6 Auditoría energética de los edificios.....	23
2. Vivienda unifamiliar objeto de estudio	25
2.1 Memoria descriptiva	25
2.1.1 Emplazamiento y situación.....	25
2.1.2 Programa de necesidades y cuadro de superficies	26
2.2 Memoria constructiva	28
3. Estudio de la exigencia energética	31
3.1 Cumplimiento del CTE	31
3.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior.....	33
3.1.2 Cerramiento en contacto con el terreno.....	35
3.1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	36
3.1.4 Huecos	37
3.1.5 Factor solar modificado de huecos y lucernario	40
3.1.6 Condensaciones.....	43
3.1.6.1 Condensaciones superficiales.....	44
3.1.6.2 Condensaciones intersticiales.....	46
3.2 Fichas justificativas CTE	51
3.3 Comportamiento energético	54
4. Mejoras realizadas para obtener eficiencia energética	57
4.1 Cumplimiento del CTE.....	62
4.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior.....	62
4.1.2 Cerramiento en contacto con el terreno.....	64
4.1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	65

4.1.4 Huecos	65
4.1.5 Factor solar modificado de huecos	68
4.1.6 Condensaciones.....	70
4.1.6.1 Condensaciones superficiales.....	71
4.1.6.2 Condensaciones intersticiales.....	72
4.2 Fichas justificativas CTE	78
4.3 Comportamiento energético	81
4.4 Medidas para el ahorro de energía.....	85
4.4.1 Consejos para el ahorro de energía.....	91
4.5 La eficiencia energética y la economía	94
5. Certificación con CE³X.....	97
6. Conclusiones	102
7. Bibliografía.....	104
8. Anexo: Planos de la vivienda actual y de la vivienda mejorada	105



1. INTRODUCCIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN.

Desde el inicio de la vida el ser humano ha necesitado consumir diferentes fuentes de energía para poder sobrevivir, desde la prehistoria donde se utilizaban como fuentes de energía el sol, el viento y el agua, hasta la actualidad.

El ser humano combinaba los materiales de que disponía en cada periodo con las fuentes de energía que la naturaleza le proporcionaba. En la prehistoria se descubrió el fuego, hecho que les permitió cocinar la carne de los animales cazados por ellos mismos.

Posteriormente se inventó la vela con lo que se empezó a aprovechar la energía procedente del viento para que los barcos pudieran navegar por los ríos y los mares.

En el siglo XVII, se empezaron a utilizar los metales y los combustibles fósiles que la tierra tenía acumulados en el subsuelo, con lo que se aprovechó el fuego utilizándolo en grandes cantidades mediante la combustión del carbón debido a los trabajos de la metalurgia.

La utilización de estos materiales mediante su quema, desde su descubrimiento hasta la actualidad, ha producido un aumento de CO₂ en la atmósfera, hecho que deriva en un aumento notable de la temperatura, así como en problemas derivados de la capa de ozono, el efecto invernadero, el calentamiento global y la lluvia ácida que motiva la deforestación, entre otros problemas.

En la Edad Media se construyeron molinos de viento para moler el trigo y los cereales, o molinos de agua para transportarla desde los ríos a distintas partes de las poblaciones. Y por último, en la Edad Moderna se fisiónó el átomo para conseguir electricidad.

Hasta el siglo XIX, el ser humano se ha abastecido de energías renovables para cubrir sus necesidades energéticas. A partir de esta fecha se empezó a utilizar el carbón, el petróleo y el gas natural, elementos que se disponen de forma natural en la naturaleza y que no son fáciles de producir en mayor cantidad.

La acción realizada por el hombre desde finales del siglo XIX ha proporcionado un aumento en la creación de CO₂, proporcionando, entre otras acciones, un cambio climático que urge una respuesta global para evitar que se produzcan daños irreversibles en el futuro, e intentar mantener el planeta en condiciones óptimas para la vida.

Además de las razones ecológicas existen las razones económicas. En el tiempo de crisis que se vive en la actualidad, se busca disminuir el gasto que tienen las familias sin ver alterado su confort o nivel de vida.

Para ello, desde el sector de la construcción se debe hacer hincapié en implantar medidas para obtener mayor eficiencia energética en los edificios y viviendas, intentando conseguir al mismo tiempo un consumo lo más próximo posible a cero.

Mejorar la eficiencia energética consiste en dos procesos, primero mejorar el aprovechamiento de la energía y segundo conseguir ahorrar energía mediante cambios en la forma de vida de los usuarios. Para conseguir mejorar el aprovechamiento de energía se utilizan las mejores tecnologías para consumir menos, tanto en el consumo final como en la fase de producción de la energía.

La energía es el motor que hace funcionar al mundo. Ésta se obtiene de diferentes elementos de la naturaleza, que reciben el nombre de fuentes de energía. Según las distintas fuentes de energía ésta se divide en dos tipos:

- Energías renovables: son las que se obtienen de los recursos limpios y casi inagotables de la naturaleza. Se dividen en solar, hidráulica, eólica, biomasa, mareomotriz y geotérmica.
- Energías no renovables: son las que sus reservas son limitadas y disminuyen conforme se consumen, sin posibilidad de poder producir más reservas. Se dividen en carbón, petróleo, gas natural y uranio.

Actualmente la energía demandada en España se concentra en la quema de productos fósiles: petróleo, carbón y gas natural.

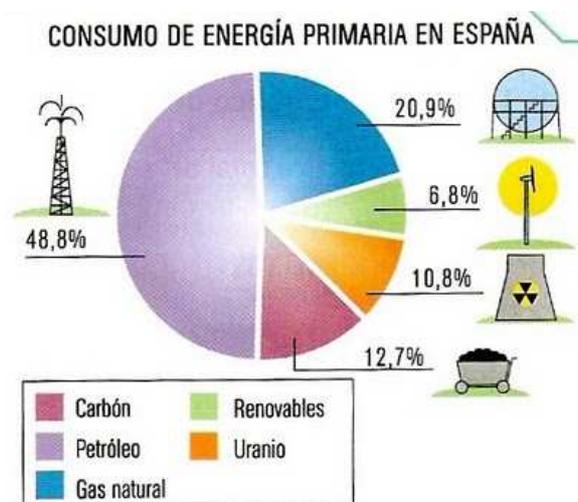


Figura 1: Consumo de energía primaria en España.

Si se analiza el consumo de energía en España se observa que a lo largo de 10 años se ha producido una variación de la cantidad de energía utilizada en los diferentes sectores, pero no se ha producido un cambio en el tipo de energía utilizada.

Las principales energías que se siguen utilizando son el petróleo, el carbón, el gas y la energía nuclear, experimentando una bajada en el uso de las energías renovables.

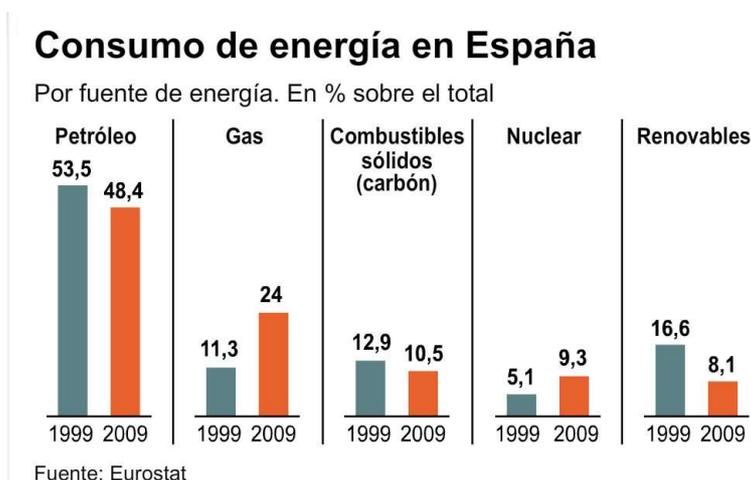


Figura 2: Comparación del consumo de energía en España.

Si se sigue utilizando combustibles fósiles se contribuye a los problemas mencionados anteriormente de la capa de ozono, y si se opta por la fusión de átomos en las centrales nucleares se expone a la población a graves peligros para la seguridad y salud de las personas, así como a la cantidad elevada de residuos nucleares que no se pueden reutilizar.

Además de estos problemas ocasionados por el uso de estas energías, también se debe tener en cuenta que estas energías necesitan un proceso de tiempo para su regeneración, ya que no se producen de forma espontánea en la naturaleza. Por ello se propone el uso de energías renovables, que pueden solucionar los problemas causados al Planeta y los problemas de autoregeneración de las energías no renovables.

En el año 2010, según el Observatorio de energías renovables, el consumo de energías no renovables siguió siendo elevado. Se observa que la energía primaria no es la misma que la energía final que se consume, siendo el consumo de energías renovables menor que la producción de las mismas. Dentro de las energías renovables las más utilizadas son la biomasa y los biocarburantes, mientras que la solar térmica es la de menor utilización. También se distingue que el consumo de combustibles fósiles como el petróleo es mayor del que se produce.

1.1.1 ENERGÍAS RENOVABLES:

La Energía solar es la energía que proviene de la radiación solar. El Sol es la fuente principal de vida en la Tierra, es una estrella en la que se producen una serie de procesos que provocan la emisión de una gran cantidad de energía en forma de radiación solar.

Aproximadamente el 30% de la radiación solar se refleja en la atmósfera y se devuelve al espacio, mientras que el 70% es absorbida por las nubes, el mar, y las masas terrestres. La radiación no es siempre la misma, depende del momento del día, las condiciones climatológicas y la posición de la Tierra respecto al Sol.

España está favorecida por su situación geográfica y climatológica para poder aprovechar este tipo de energía.

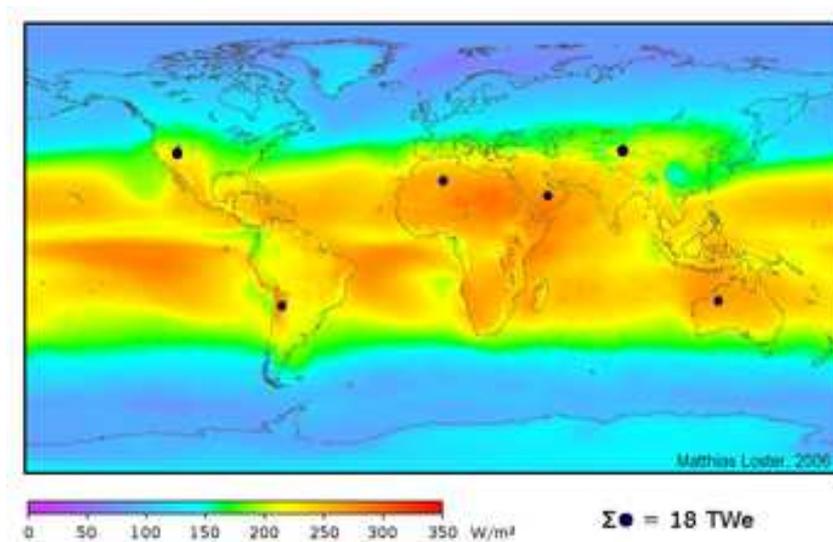


Figura 3: Principales puntos de radiación solar en la Tierra.

La radiación solar que llega a la Tierra siempre ha sido aprovechada por el ser humano. En la actualidad se aprovecha a través de captadores solares como son las células fotovoltaicas, que pueden transformar la energía del sol en energía eléctrica o térmica.

En la radiación solar se distinguen dos componentes: la radiación directa y la radiación difusa.

- La radiación directa es la que llega directamente del foco solar sin reflexiones o refracciones intermedias. Esta radiación se puede reflejar y concentrar para su utilización.
- La radiación difusa es la que se emite por la bóveda celeste por la reflexión o refracción solar en la atmósfera, en las nubes y elementos terrestres. Esta radiación no se puede concentrar para su utilización.

Una de las grandes ventajas de la radiación solar es que permite su utilización en el mismo punto donde se recoge, evitando que se produzcan pérdidas durante el transporte de la misma desde su lugar de recolecta hasta su destino.

Según la forma de captación, distribución y conversión de la energía solar se utilizan diferentes sistemas de captación, que se pueden clasificar en, activos y pasivos.

- Sistemas activos: paneles fotovoltaicos y colectores térmicos para recolectar la energía, pueden ser planos o con algún sistema de concentración de la radiación.
- Sistemas pasivos: técnicas que se utilizan para poder aprovechar al máximo la radiación sin utilizar ningún dispositivo o aparato intermedio, mediante la adecuada ubicación y orientación de los edificios, teniendo en cuenta las propiedades de los materiales para su correcta utilización y los elementos arquitectónicos de los mismos. Ofrecen importantes ahorros para el uso de la calefacción.

Hay dos tipos de energía solar, la energía solar fotovoltaica y la energía solar térmica. Estos dos tipos se pueden utilizar en la edificación.

La energía solar fotovoltaica se utiliza para conseguir electricidad a partir de la radiación solar mediante una célula fotovoltaica. Puede almacenarse en baterías o inyectarse a la red. Los paneles fotovoltaicos no producen calor que se pueda reaprovechar, pero son muy utilizados en zonas donde no llega la electricidad, o para el autoconsumo en algunos tipos de viviendas.

La energía solar térmica convierte la radiación solar en calor, que calienta un fluido y sirve para proporcionar calor a edificios, mover turbinas para generar electricidad, etc. Se distinguen tres tipos de colectores térmicos solares, que se diferencian según la temperatura que se quiera alcanzar.

- De baja temperatura: temperaturas inferiores a 90°C. Se utiliza para producir Agua Caliente Sanitaria (ACS) y el calentamiento de piscinas, así como para la calefacción de una vivienda. Tiene una gran calidad energética y produce un impacto ecológico pequeño. El calor procede de los rayos solares y llega hasta los captadores donde calienta el fluido que circula por su interior, se acumula para después ser utilizado.
Se suelen utilizar colectores planos y se colocan en edificios de viviendas y hoteles u oficinas.
- De media temperatura: temperaturas próximas a 300°C. Se utiliza para procesos industriales. La radiación solar concentrada produce calentamiento del fluido.
- De alta temperatura: temperaturas superiores a 800°C. Está compuesto de una torre de recepción central y sistemas parabólicos.

La Energía hidráulica es la que se obtiene como resultado de aprovechar la energía cinética y potencial de la corriente de agua. En el proceso de generación de energía el Sol calienta el agua de los mares y océanos y la evapora, este vapor asciende por el aire y se mueve hacia las áreas montañosas donde posteriormente cae en forma de lluvia. El agua precipitada se recoge en presas dónde se hace pasar por una turbina. El impacto del agua en la turbina crea energía que se recoge para obtener electricidad.

Una de las maneras de producir energía es construyendo centrales hidráulicas en las presas, pero estas centrales crean un gran impacto ambiental.

Esta fuente de energía su principal ventaja es que es inagotable, ecológica, limpia y no emite gases. También tiene inconvenientes, aunque sus ventajas son superiores. El inconveniente más destacable es la destrucción de la naturaleza y el ecosistema en el lugar donde se instalan las centrales.



Figura 4. Fotografía de embalse y central hidráulica.

Las fuentes a través de las cuales se puede obtener este tipo de energía son:

- Energía mareomotriz: se obtiene a partir del aprovechamiento de las mareas y movimientos del mar. Únicamente es rentable instalar una planta de energía mareomotriz en los lugares dónde la diferencia entre marea alta y baja sea de varios metros. Se recoge la energía a través de unos diques. Cuando la marea sube, una altura superior a los diques, se abren las compuertas y se llena el embalse, en el momento que el embalse este lleno se cierran las compuertas, y cuando vuelva a bajar la marea, por debajo de la altura del embalse, se vuelven a abrir las compuertas haciendo pasar el agua por unas tuberías.
- Energía de las corrientes: se obtiene del aprovechamiento de la energía cinética de las corrientes de agua.
- Energía de undimotriz: se obtiene electricidad a partir de la energía mecánica generada por el movimiento de las olas.

La Energía eólica es la que se obtiene a partir de la energía cinética generada por las corrientes de aire. Esta energía se utiliza para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. Tiene las ventajas de ser una energía limpia, abundante y renovable. Su principal inconveniente es la discontinuidad del aire.

Los aerogeneradores más utilizados son los de eje horizontal, que tienen el eje rotacional paralelo al suelo. Están compuestos por:

- Rotor: son las palas rotor y pueden llegar a tener un diámetro de 42 a 80m, pudiendo producir potencias elevadas.
- Góndola: almacena los elementos mecánicos y eléctricos del aerogenerador.
- Caja de engranajes: transforma la baja velocidad del eje de rotación en alta velocidad de rotación en el eje del generador eléctrico.
- Generador: diferentes tipos dependiendo del diseño del aerogenerador.
- Torre: da altura al aerogenerador, los sitúa en zonas altas donde los vientos son más elevados.
- Sistema de control: controlan la orientación de la góndola, la posición de las palas, y la potencia total entregada por el equipo.

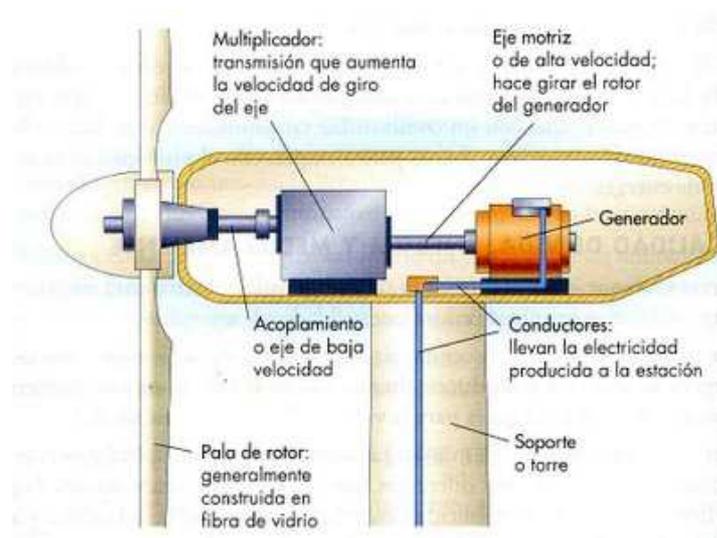


Figura 5: Detalle de un aerogenerador de eje horizontal.

Los aerogeneradores pueden instalarse sólo o en grupo, repartiéndose en filas. Pueden trabajar sobre terreno firme o dentro del mar, alejados de la costa.

También existen aerogeneradores de eje vertical, que son los que tienen el eje de rotación perpendicular al suelo. Estos aerogeneradores tienen ventajas con respecto a los de eje horizontal, ya que éstos no necesitan torre ni mecanismo de orientación.

A pesar de ser una de las fuentes de energía más limpia todavía no se ha llegado a utilizar en España para aportar energía renovable. Se han instalado campos de

aerogeneradores en las zonas dónde más viento se puede recoger, pero su uso todavía no está destinado a la energía eléctrica.

La Energía geotérmica es la energía que se aprovecha del calor producido en el interior de la tierra. Este calor calienta el agua subterránea que puede salir a la superficie en forma de géiseres o mediante la aparición de termas naturales. Otra forma de expulsar el calor hacia la superficie terrestre es mediante la erupción de los volcanes.

La energía geotérmica en función de la temperatura del agua puede ser:

- De alta temperatura: temperatura comprendida entre 150 y 400°C, el agua produce calor en la superficie y mediante una turbina se produce electricidad.
- De temperaturas medias: la temperatura del agua de los acuíferos está comprendida entre 70 y 150°C.
- De bajas temperaturas: el fluido se encuentra entre 50 y 70°C.
- De muy bajas temperaturas: los fluidos están entre 20 y 50°C.

Esta fuente de energía tiene la ventaja de producir menos residuos que los generados por combustibles fósiles, no genera ruidos y los residuos son mínimos. El único inconveniente más grave que presenta es que no se puede realizar su transporte.

La Energía biomasa es la energía radiante del Sol que las plantas aprovechan para la fotosíntesis y de la que se obtiene energía química que se almacena en forma de materia orgánica, de origen vegetal o animal. Se obtiene de los materiales que proceden de su transformación natural o artificial, incluyendo los residuos procedentes de actividades agrícolas, ganaderas y forestales.

Los residuos forestales son los que se originan tras las acciones de limpieza, poda y corte de los montes. Los residuos agrícolas leñosos provienen de la poda que se realiza a los diferentes árboles de cultivo, y los residuos agrícolas herbáceos se obtienen de las cosechas de algunos cultivos.

Para poder utilizar esta energía como energía eléctrica se debe disponer de calderas de biomasa que transformen la energía, y obtengan calor para las instalaciones térmicas o el ACS.

En España se recoge la energía a través de diferentes centrales, que quedan repartidas por el territorio español según su mayor rendimiento.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

En este trabajo final de grado titulado “Eficiencia energética en la reforma de una vivienda unifamiliar aislada” se pretende hacer un estudio pormenorizado de una vivienda unifamiliar situada en Lliria.

En primer lugar se pretende conocer si la vivienda cumple con las exigencias que el CTE define en su Documento Básico HE: Ahorro de energía, a través de la opción simplificada. Una vez realizadas las comprobaciones se estudiará la forma de reformar la vivienda para poder obtener una mayor eficiencia energética, tanto en las instalaciones como en los elementos estructurales.

Por otro lado se propondrán una serie de cambios en los elementos estructurales de la vivienda y se calculará si la vivienda reformada cumple con las exigencias que determina el CTE, realizando el mismo análisis que se ha realizado con la vivienda actual.

Tras los dos análisis se compararán ambas viviendas para comprobar que realmente se han producido mejoras.

A continuación, se aportará información sobre los cambios realizados en las instalaciones, que consistirán en colocar un sistema eléctrico mediante paneles fotovoltaicos que permitan producir energía para calentar el ACS y el agua utilizada para el suelo radiante. Así como la caldera utilizada, o los sistemas de ventilación.

Además se informará de los tipos de electrodomésticos que se deberían adquirir para conseguir una vivienda eficiente, y un ahorro notable.

Una vez obtenidos todos los datos de los cambios de electrodomésticos y de las instalaciones de suelo radiante y de paneles fotovoltaicos se calculará la inversión económica que se realizará al principio y se propondrán consejos en busca de la eficiencia energética.

Por último, mediante la utilización del software informático que el Ministerio de Industria, Energía y Turismo ha facilitado para realizar certificaciones de edificios ya existentes, el CE³X, se calculará la clasificación energética de esta vivienda, obteniendo una calificación y una etiqueta energética.

1.3. MARCO NORMATIVO.

1.3.1. ANTECEDENTES NORMATIVOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

En los años 80 se incrementa la preocupación por conseguir mantener el confort y disminuir la cantidad de energía utilizada. Fue entonces cuando se produjo un cambio en la normativa que definía la eficiencia energética en la edificación. La normativa más importante que ha ido apareciendo a lo largo de los años es la que se define a continuación.

En 1979 apareció la NBE: CT79, es la primera normativa española que exige para los edificios de obra nueva un mínimo de aislamiento. Únicamente se centra en el aislamiento, sin profundizar en otros temas como instalaciones térmicas. Esta normativa está basada en otras normativas europeas ya existentes.

En 1980 se crea RICCA, un reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y ACS. Este reglamento define las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para poder obtener un uso adecuado de la misma y conseguir proteger el Medio Ambiente. Es la primera normativa en la historia que regula las instalaciones térmicas en los edificios.

En 1993 se realiza la primera Directiva Europea, la Directiva SAVE 76/93, que propone realizar la certificación de viviendas para poder informar al usuario. Esta directiva no fue muy utilizada porque la redacción de su texto era bastante complejo.

En el año 1998 se creó el RITE, que es el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios. Esta normativa es muy importante porque regula todas las instalaciones tanto eléctricas como térmicas que se realizan en los edificios. Este reglamento se recogió en el Real Decreto 1751/1998, y derogó al anterior reglamento RICCA que regulaba las instalaciones de calefacción, climatización y ACS.

En 1998 nace el primer software informático, el Calener, que sirve para obtener la calificación energética de una vivienda. Está basado en la Directiva SAVE 76/93.

En el año 2002 se crea la Directiva 2002/91/CE, DEEE. Es una directiva sobre Eficiencia Energética en Edificios y tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética teniendo en cuenta la relación coste-eficacia y las condiciones climáticas donde se va a implantar.

Esta Directiva tiene una serie de requisitos a exigir:

- Aplicar unos requisitos mínimos en los edificios de obra nueva.
- Aplicar unos requisitos mínimos de eficiencia energética a los grandes edificios ya existentes siempre y cuando se les aplique una serie de reformas.
- La certificación energética de edificios.

- Realizar una inspección periódica de las calderas y los sistemas de aire acondicionado.

La aplicación de esta Directiva en España se define por la aplicación de varios mecanismos.

En el año 2003 se aprueba por el Consejo de Ministros, la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4).

En el año 2006 se realiza el Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, dónde se incluyen las exigencias básicas de Ahorro de Energía en la edificación.

En el año 2007 se publica el Real Decreto 47/2007 por el que se aprueba la realización de certificaciones energéticas a los edificios de obra nueva.

Y por último, también en el año 2007 se realiza el Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba la entrada en vigor del nuevo RITE. Con él se aprueba la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado.

La promulgación de la Ley 82/80 de Conservación de la Energía fue el punto inicial de las políticas de eficiencia energética en España. A partir de esta Ley se ha desarrollado todo un listado de normativas que regulan de forma similar a la normativa de la unión europea.

1.3.2. MARCO NORMATIVO ACTUAL.

Cada vez son mayores las publicaciones de leyes que intentan regular la aplicación de la eficiencia energética. Las más importantes a partir de las cuales se rige la aplicación en edificios tanto de obra nueva como ya realizados, son las que se detallan a continuación.

El Código Técnico de la Edificación, CTE, es el marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones. Esta normativa permite cumplir con la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación, LOE, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, así como su bienestar y la protección del medio ambiente.

La Ley de Ordenación de la edificación establece tres bloques de exigencias básicas resumidas en el CTE, y referidas a la funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

Dentro del apartado de habitabilidad el CTE incluye el Documento Básico Ahorro de Energía (DB HE), cuyo objetivo principal es racionar la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo el consumo energético y utilizando energías renovables.

En este Documento Básico se recogen las exigencias básicas de eficiencia energética exigibles tanto a los edificios de obra nueva como a los edificios ya existentes. Estas exigencias son:

- HE 1: Limitación de la demanda energética → En este documento se estudian las características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire, y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de la aparición de condensaciones superficiales e intersticiales, y se tratan los puentes térmicos. Se aporta a los edificios de una envolvente, que permite a los usuarios conseguir el confort térmico. Se debe tener en cuenta las condiciones climáticas, estacionales y de uso.
- HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas → Los edificios están dotados de instalaciones térmicas apropiadas que proporcionan el bienestar óptimo. Estas instalaciones deben cumplir el RITE.
- HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación → Se debe tener en cuenta las zonas para determinar la eficiencia energética. En ningún caso se debe superar los límites establecidos según el número de luxes y hay que tener en cuenta el mantenimiento de la instalación. Promueve el aprovechamiento de la luz natural.
- HE 4: Contribución solar mínima de ACS → Se debe tener en cuenta la zona climática (existen cinco zonas climáticas en España) y el consumo anual del mismo, según estos valores se fija una contribución o aporte solar mínimo anual entre el 30% o el 70%.
- HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica → Se exige según el uso del edificio al que se le realiza una instalación eléctrica con paneles fotovoltaicos.

En el año 2006 nace el software que cumple con los requisitos establecidos por el CTE, el LIDER, Limitación de la Demanda Energética. Sirve para analizar el aislamiento, la inercia térmica y la radiación que incide en los huecos, verificando que se cumplen los parámetros mínimos.

En el año 2007 se crea el nuevo RITE, aprobado en el Real Decreto 1027/1997. Este nuevo reglamento deroga y sustituye al anterior RITE aprobado por el Real Decreto 1751/1998.

Este reglamento es el marco normativo por el que se regulan las exigencias de eficiencia energética y de seguridad, las exigencias técnicas de instalaciones térmicas y las exigencias técnicas de bienestar e higiene.

Dicho reglamento tiene carácter de reglamentación básica del Estado, por lo que para poder ser aplicado debe desarrollarse por las Comunidades Autónomas una documentación complementaria.

Además el RITE, establece la obligatoriedad de realizar revisiones periódicas de las instalaciones térmicas y de todos los elementos que la forman, para verificar el cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética.

Una vez realizada las comprobaciones, y como resultado de la inspección de eficiencia energética se clasifican las instalaciones en Aceptable, Condicionada o Negativa, en función de si los defectos son leves, graves o muy graves.

También en el año 2007 se aprueba por el Real Decreto 47/2007 la Certificación energética de los edificios, estableciendo una etiqueta que explica la calificación de los edificios y el proceso para obtenerla.

Esta normativa obliga desde el 1 de Noviembre de 2007 a certificar los edificios de nueva planta y los edificios a los que se le aplican grandes reformas.

En el año 2010 se aprueba la Directiva 2010/31/UE cuyo objetivo es fomentar la eficiencia energética de los edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas y la rentabilidad según el coste y la eficacia.

En el año 2013 se ha aprobado el Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Deroga al RD 47/2007 y obliga a los propietarios de edificios existentes a certificarlo en algunas ocasiones. Tiene régimen sancionador si no se certifica al venderlo o arrendarlo, o si se realizan certificaciones al alza.

1.4. LA ENERGÍA. CONCEPTOS BÁSICOS.

La energía es el recurso natural que se extrae, transforma, transporta y es utilizada finalmente por el usuario.

La energía se clasifica en:

- Energía final: es la energía que se usa en los puntos de consumo.
- Energía primaria: es la energía contenida en los combustibles, antes de que se le realice ningún tratamiento y sea transportada hasta el punto de destino. En este proceso de transformación y transporte se producen pérdidas importantes de energía

La eficiencia energética es el término que recoge la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades asociadas a un uso estándar del edificio en condiciones normales de uso y ocupación, que puede incluir la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación. Se deberá conseguir teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, según los aspectos climáticos, la exposición solar, la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y las condiciones ambientales interiores.

Por lo que la eficiencia energética además del ahorro consiste en realizar una edificación sostenible y eficiente, que conlleve al replanteo de todas las fases que intervienen en su ejecución, para poder dar la mejor respuesta energética con el menor coste monetario, respetando el hábitat en que se encuentra y disponiendo de las tecnologías a su alcance para frenar el deterioro del clima.

La eficiencia energética y la arquitectura están muy relacionadas, desde la fase de concepción y proyección de los proyectos se marcan los pasos a seguir para obtener las máximas prestaciones en eficiencia energética con el mínimo coste.

Tras realizar un estudio, en la fase de proyecto, del ambiente y de los elementos que envuelven al edificio, se debe conocer la situación ideal del mismo, así como factores como la latitud, la pendiente, las temperaturas máximas y mínimas de la zona, para poder obtener, una vez el edificio esté construido, la máxima situación de confort.

Existen algunos parámetros que favorecen a un tipo de construcción, éstos son:

- En climas cálidos y húmedos es recomendable la ubicación de edificios en zonas elevadas, para disminuir la humedad y aumentar la ventilación. Por el contrario, en climas cálidos y secos se aconseja la ubicación cerca de valles, ya que la humedad es más elevada.

- Se aconseja colocar la ubicación de la fachada principal en dirección opuesta a la dirección de los vientos principales.
- Mantener edificaciones uniformes respecto a la altura.

Además de los conceptos de ubicación del edificio hay que tener en cuenta aspectos arquitectónicos, se debe analizar la orientación, la forma de la construcción, la distribución interior, etc.

Se debe tener en cuenta que es aconsejable que la superficie en contacto con el exterior sea lo más reducida posible.

En la eficiencia energética y los elementos de construcción, cabe destacar que para poder obtener el máximo confort se deben seguir unas pautas en la utilización de materiales para la construcción de edificios:

- Evitar la utilización de carpinterías de madera para no contribuir en la formación de puentes térmicos.
- Utilizar un buen aislante con el espesor adecuado para conseguir que la vivienda esté completamente aislada.
- En fachadas expuestas a la radiación solar se puede utilizar como solución constructiva fachadas ventiladas.
- Debe haber una correcta ventilación interior para que todas las habitaciones tengan la misma temperatura, evitando que se produzcan aumentos de temperatura dentro de la vivienda.
- Utilizar ventanas con un adecuado acristalamiento para conseguir un aislamiento óptimo, además de utilizar marcos con rotura de puente térmico.
- Se debe aislar térmicamente el primer forjado y la solera.
- Realizar un mantenimiento adecuado de las juntas de estanqueidad.

La Eficiencia energética y la sostenibilidad son otro parámetro a tener en cuenta para garantizar la construcción del edificio sin que se deteriore el Medio Ambiente, utilizando únicamente la energía necesaria para la utilización del edificio, mediante el ahorro de energía y el aislamiento térmico.

La calificación de la demanda energética es la expresión de la eficiencia energética que se determina según un procedimiento de cálculo y se expresa mediante la etiqueta de eficiencia energética.

La demanda energética es la energía necesaria para mantener en el edificio las condiciones de confort óptimas, según las propiedades del edificio y la zona climática donde se encuentre.

La etiqueta de eficiencia energética es la que se utiliza para señalar el nivel de calificación de la eficiencia energética obtenida por el proyecto de un edificio o por el edificio terminado.

A lo largo del trabajo se realizan cálculos para comprobar que la vivienda es eficaz energéticamente y además cumple con el CTE. Para ello, a continuación se explican algunos conceptos que se van a calcular posteriormente.

La conductividad térmica es una característica de los materiales que expresa el comportamiento del mismo frente al paso de calor. Se denomina con el símbolo λ , y se expresa en W/mk. Estos valores son facilitados por el fabricante.

La resistencia térmica es la dificultad que ofrece el material al paso del calor. Se denomina mediante R_T y se expresa en m^2k/W . Se obtiene a partir de la división del espesor de cada una de las capas entre su respectiva conductividad:

$$RT = \frac{e}{\lambda}$$

La transmitancia térmica es el flujo del calor que atraviesa un elemento constructivo. Se denomina mediante la letra U, y se expresa en W/m^2k . Se obtiene a partir de:

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

El factor solar es el resultado de dividir la radiación solar que se introduce en el edificio a través de los cristales y la que se introduciría si el acristalamiento fuese un hueco totalmente transparente.

El factor sombra es la división entre la radiación incidente en un hueco que no tiene retranqueos, voladizos, toldos y salientes laterales, entre otros.

El factor solar modificado es el producto del factor solar y el factor sombra. Se mide con la fórmula:

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0.04 \cdot Um \cdot \alpha]$$

1.5. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS.

La Directiva 2002/91/CE establece la obligatoriedad de poner a disposición del propietario o arrendatario de un edificio construido, vendido o alquilado, de un certificado de eficiencia energética. Hay que tener en cuenta que la validez de este certificado excederá en 10 años.

Para las viviendas o locales destinados a un uso independiente al del inmueble en que se ubican la certificación podrá realizarse junto a todo el edificio si este posee calefacción centralizada o certificar una vivienda tipo del edificio.

El certificado facilitado a los usuarios deberá ir acompañado de recomendaciones para mejorar la relación coste-eficacia de la eficiencia energética.

Esta Directiva establece una serie de medidas que se deben adoptar para las calderas intentado que estas sean eficientes.

- Realizar una inspección periódica de las calderas con combustibles no renovables con una potencia nominal efectiva entre 20 y 100kW. Las calderas con más de 100kW se inspeccionan cada dos años, y las calderas de gas cada cuatro.

En calderas de potencia nominal efectiva superior a 20kW y con más de 15 años de antigüedad los técnicos recomendarán a los usuarios el cambio de la caldera y las modificaciones que se deban realizar en la instalación.

- Tomar las medidas para informar a los usuarios del cambio de la caldera, modificando el sistema de calefacción y dar soluciones que puedan incluir inspecciones para comprobar la capacidad de la caldera.

A partir de la publicación del Real Decreto 47/2007 se aprueba la obligación de poner a disposición de los usuarios un Certificado de Eficiencia Energética en el que se debe informar de las características del edificio y las inversiones en ahorro de energía. El objetivo es establecer un único proceso de certificación para todos los usuarios, por lo que se aprueba un distintivo común que facilite la interpretación de los mismos.

Este certificado estará compuesto por: la calificación energética del edificio que estará comprendida dentro de una escala que va desde la letra A (edificio muy eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).



Figura 6: Escala de eficiencia energética

Para poder calificar los edificios se deben fijar una serie de requisitos que deben cumplir los mismos, y así delimitar los rangos entre cada calificación. En primer lugar se debe tener en cuenta el indicador energético usado para comparar los edificios, la similitud que existe entre ellos y la escala de comparación que debe ser común para todos los edificios.

El indicador energético es el que se obtiene por la medición de las emisiones anuales de CO₂ expresadas en kg/m² y la energía primaria anual expresada en kW/m². Estos valores se obtienen de la energía que consume el edificio. Si los edificios a analizar son de nueva planta el indicador se obtiene a partir de la disposición y orientación del edificio, las características térmicas de la envolvente, y las características de las instalaciones de calefacción.

Los edificios analizados se califican comparando con otros edificios de similares características y que han sido certificados con anterioridad. Estos edificios deben tener la misma forma y tamaño que el edificio a certificar; la misma zonificación interior y el uso de cada zona que tenga el edificio a certificar; los mismos obstáculos que el edificio a certificar; las calidades constructivas y los elementos de sombra que cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética; el mismo nivel de iluminación; las instalaciones térmicas cumplirán los requisitos mínimos de eficiencia energética; y por último, una contribución solar fotovoltaica mínima.

Como se ha dicho anteriormente la calificación consiste en darle al edificio una clase de eficiencia entre un grupo de 7 letras, desde la A a la G. Los límites de cada rango se establecen:

- La escala diferencia los edificios eficientes de los que no lo son.
- Tiene en cuenta el edificio que ha mejorado su eficiencia, aumentando la certificación en una letra.
- En todos los climas se pueden construir edificios que tengan clase A.
- Para obtener una calificación el edificio debe mantenerse estable al menos durante dos revisiones, si no la calificación disminuye.
- La escala debe facilitar y permitir a los usuarios tomar decisiones que lleven a obtener compromisos con materia energética y medioambiental.
- La escala debe poder aplicarse a todo los edificios existentes, no solamente a los reformados y los de nueva planta.

La calificación de eficiencia energética es el consumo de energía necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en condiciones normales. Para obtenerla hay que tener en cuenta si el edificio está terminado o si se va a ejecutar.

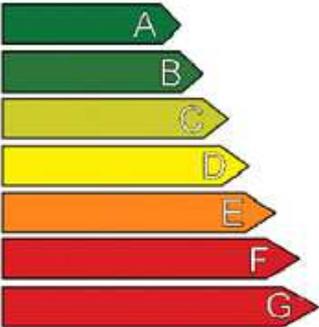
Si el edificio está terminado la certificación da información sobre la eficiencia energética del edificio, y debe contener como mínimo: la identificación del edificio; indicar la normativa que se le aplica; indicar la opción elegida, general o simplificada

para obtener la calificación y la descripción de las características energéticas del edificio; calificación del edificio expresada mediante la etiqueta; la descripción de las pruebas e inspecciones llevadas a cabo. El certificado se debe incluir en el Libro del edificio.

Si el edificio no está terminado la certificación del mismo indica la conformidad con la información contenida en el certificado.

Obtener el certificado de eficiencia energética habilita al propietario de la vivienda a utilizarla durante el periodo de validez de la misma.

Cuando se alquile una vivienda el propietario debe entregar al inquilino el certificado de eficiencia energética.

Certificación Energética de Edificios inicial/definitiva	
Más	
	
Menos	
Edificio: _____	
Localidad/Zona climática: _____	
Uso del Edificio: _____	
Consumo Energía Anual: _____ kWh/año (_____ kWh/m ²)	
Emisiones de CO ₂ Anual: _____ kgCO ₂ /año (_____ kgCO ₂ /m ²)	
<p><i>El Consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa _____, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación</i></p> <p><i>El Consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.</i></p>	

La etiqueta para los edificios españoles debe contener como mínimo:

- Zona climática en la que se encuentra el edificio.
- El número de consumo de energía estimada del edificio en kWh/año y la cantidad de dióxido de carbono que emite en kg de CO₂ al año.
- Si se utiliza la opción general se deberá indicar el consumo de energía y las emisiones de CO₂ calculadas por el programa informático utilizado.
- El consumo del edificio dependerá de las emisiones y de las condiciones climáticas.
- Cuando se utilice la opción simplificada del CTE hay que incluir en la etiqueta el texto: "El consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y las condiciones climáticas, entre otros factores".
- Hay que indicar si la calificación se realiza al edificio terminado o al proyecto.
- Se debe incluir la fecha de validez.

Figura 7: Etiqueta eficiencia energética.

1.6. AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS.

La Auditoría Energética es un estudio integral en el que se analiza la situación energética del edificio y sus instalaciones con el objetivo de obtener una solución óptima que lleve a producir un gasto energético menor, mejorando los servicios prestados. Consiste en realizar un estudio de todos los aspectos que afectan al consumo de energía del edificio. El objetivo es establecer las reformas que se deben llevar a cabo para realizar un uso óptimo de la energía. En ningún momento esta reducción de consumo debe disminuir el confort.

Las auditorías se pueden clasificar en varios grupos:

- Por su alcance puede ser:
 - o Total: cuando se estudie la totalidad del edificio.
 - o Parcial: cuando solamente se estudie alguna instalación.
- Por el momento o fase en que se desarrolla puede ser:
 - o De proyecto: estudiando el diseño de la obra y la forma de ejecución del proyecto.
 - o De edificio: estudiando el edificio a analizar.

Los principales objetivos de una Auditoría son dar un diagnóstico del Edificio sobre si es o no eficiente energéticamente, y crear una lista de medidas de mejora encaminadas a un uso más racional de la energía.

En la realización de una auditoria se deben seguir una serie de pautas:

- Planificar la auditoría y tomar datos.
- Analizar los datos relevantes de la envolvente del edificio, instalaciones, equipos...para definir la demanda energética del edificio.
- Analizar el estudio de la carga térmica del edificio, descubriendo los puntos débiles del mismo.
- Aportar propuestas para mejorar la optimización de la energía.

Las Auditorías las pueden realizar técnicos competentes, personas formadas y con experiencia en este sector. La persona que las realiza recibe el nombre de auditor, que normalmente suelen ser ingenieros superiores o ingenieros técnicos industriales, o técnicos profesionales y mantenedores de las instalaciones de calefacción, aire acondicionado o ACS.

Para llevar a cabo las auditorías se necesita disponer de material adecuado y realizar una toma de datos reales de la instalación. Se utilizarán analizadores de redes eléctricas que miden los parámetros eléctricos de una red, analizadores de gases de combustión que miden las características de una combustión, luxómetro que mide la iluminación sobre una superficie, caudalímetro que mide el caudal que circula por una

tubería, cámara de termografía que hace visible la radiación de calor, anemómetro que mide la velocidad del aire y el caudal volumétrico, entre otros equipos más específicos.

Antes de iniciar las auditorías se debe dejar por escrito los objetivos y necesidades a cumplir. Antes de realizar la inspección a la instalación se realiza un estudio previo de la ubicación, el emplazamiento, el entorno de la instalación, lo que facilitará la posterior recogida de datos.

El auditor debe solicitar la información y obtener todos los datos que necesite, actualizados desde la última reforma que se haya realizado.

A partir de la información solicitada el auditor puede hacerse una programación de los pasos a seguir y de la tarea a realizar. En el edificio solamente se realizará la tarea de recopilación de datos extra y confirmación de los datos facilitados, realización de las mediciones necesarias y cumplimentación de la auditoría.

El resultado obtenido tras la Auditoría se recoge en un Informe Final que se entrega al cliente. Este informe recoge las recomendaciones de mejora de eficiencia y ahorro económico.

2. VIVIENDA UNIFAMILIAR OBJETO DE ESTUDIO.

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

2.1.1. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN.

La vivienda unifamiliar aislada se sitúa en el término municipal de Lliria (Valencia), en la Urbanización San Miguel. La fachada principal está orientada hacia el suroeste, siendo esta orientación favorable en las distintas épocas del año, y la fachada posterior está orientada hacia el noreste.

La vivienda unifamiliar aislada se sitúa en una parcela de forma trapezoidal que presenta desniveles según el trazado de la montaña, con una longitud del lado noreste de 13.36m, lado sureste de 51.27m, lado suroeste de 27.39m y lado noroeste de 46.66m, resultando una superficie de 977m².

El acceso rodado a la parcela se realiza a través de las distintas calles que forman la urbanización. Está dotada de los servicios de red de saneamiento conectada a la red de alcantarillado, agua potable, electricidad, pavimento de aceras y acondicionamiento de calzada.

El acceso a la parcela se realiza por el lado suroeste, accediendo a unas escaleras que llevan en primer lugar a la zona de la piscina y solárium, y después al acceso a la vivienda por planta baja.

La vivienda se sitúa en el centro de la parcela, dejando espacios libres para zonas verde, piscina con solárium y zona deportiva. Dispone de una piscina descubierta con una superficie de lámina de agua de 30m². La vivienda se divide en dos alturas, planta baja y planta primera. La planta baja se define como zona de verano, pues está diseñada para ser utilizada en esta época del año, y la primera planta es la que se utiliza el resto del año, por lo que es en esta planta donde se realiza el estudio de eficiencia energética.

2.1.2. PROGRAMA DE NECESIDADES Y CUADRO DE SUPERFICIES.

Las necesidades en cada una de las plantas son las siguientes:

- Planta baja: terraza, almacén, cocina 1, pasillo, escalera, baño 1 y trastero.
- Planta primera: terraza, salón-comedor, entrada, balcón, dormitorio 2, dormitorio 3, pasillo, baño 3, cocina 2, patio, terraza, dormitorio 1, vestidor, baño 2 y despacho.

A continuación se detallan las superficies de las diferentes estancias de la vivienda.

	Planta baja		Planta primera	TOTAL
	Sup.cerrada	Sup.terraza 50%	Sup.cerrada	
Sup.Construida	73.52m ²	32.16m ²	187.66m ²	293.34m ²
Sup.Útil	94.81m ²	29.39	154.98m ²	279.18m ²

Tabla 1: Cuadro de superficies de la vivienda.

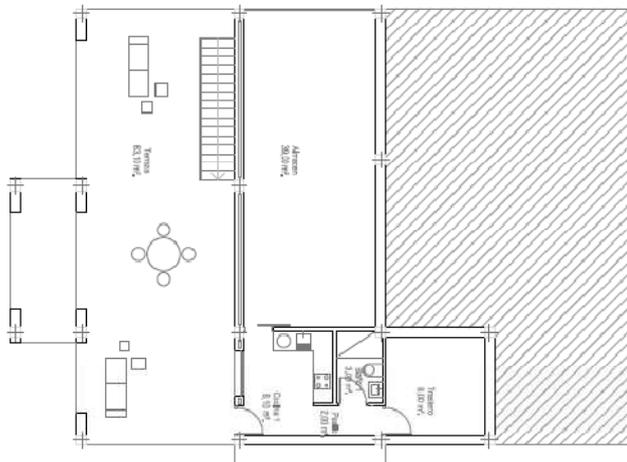
PLANTA BAJA		PLANTA PRIMERA	
ALMACÉN	39 m ²	ENTRADA	1.15 m ²
TRASTERO	9 m ²	SALÓN COMEDOR	52.80 m ²
BAÑO 1	3 m ²	DORMITORIO 1	12.40 m ²
COCINA	8.10 m ²	DORMITORIO 2	12.60 m ²
PASILLO	2 m ²	DORMITORIO 3	9.10 m ²
ESCALERA	4.32 m ²	VESTIDOR	7.25 m ²
TERRAZA 50%	29.39 m ²	BAÑO 2	4.90 m ²
TOTAL PLANTA BAJA	94.81 m²	BAÑO 3	4.65 m ²
		COCINA 2	26.93 m ²
		DESPACHO	12.70 m ²
		PASILLO	10.50 m ²
		TOTAL	154.98 m²

Tabla 2: Cuadros de superficies útiles por estancias.

PLANTA PRIMERA



PLANTA BAJA



PLANTA CUBIERTA

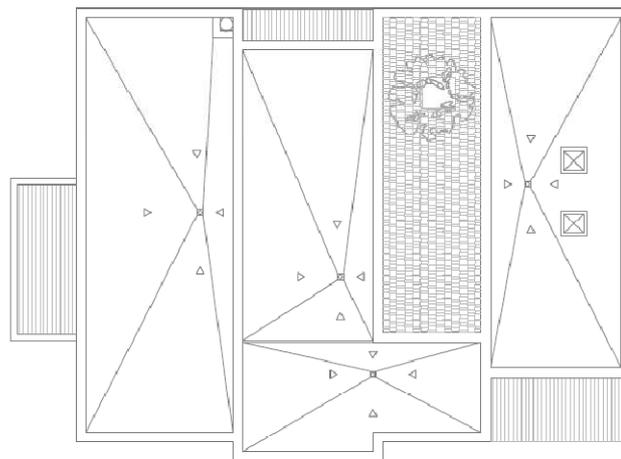


Figura 8: Distribución interior en las diferentes plantas.

2.2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.2.1. CIMENTACIÓN.

La cimentación está realizada con losa de hormigón armado de 30cm de espesor. La estructura está formada por jácenas y pilares que apoyan sobre la losa de cimentación teniendo en cuenta:

- La naturaleza del terreno.
- La carga que gravita sobre el mismo.

Según se indica en la documentación del proyecto el acero utilizado para la cimentación es del tipo B500S y el hormigón HA-25/B/20/IIa.

2.2.2. CERRAMIENTOS VERTICALES EXTERIORES.

Según los datos obtenidos del proyecto, la fachada está realizada con ladrillo caravista. El muro de fachada es de doble hoja compuesto por una fábrica de ladrillo caravista de 24x11.4x6.8cm recibido con mortero de cemento, una cámara de aire ventilada con rejilla y enfoscada por la cara interior con mortero de cemento hidrófugo, aislante de lana de roca de 3cm de espesor, y se dobla con ladrillo cerámico hueco de 24x11.5x7cm.

2.2.3. BARANDILLAS Y ANTEPECHOS.

Las barandillas de los balcones son metálicas con balaustres metálicos verticales.

2.2.4. VIDRIERÍA.

Para el acristalamiento de las ventanas y de las puertas balconeras se ha utilizado un acristalamiento tipo Climalit de 4+6+4mm.

2.2.5. TABIQUERÍA.

En la tabiquería interior se utiliza un ladrillo cerámico hueco de 24x11x7cm recibido con mortero de cemento.

En el cierre de la escalera de acceso a la vivienda se utilizan ladrillos perforados sentados de 9cm de espesor, recibidos con mortero de cemento.

2.2.6. CARPINTERÍA INTERIOR.

En el interior se utiliza madera. Las puertas son de tablero contrachapado de madera de haya, formadas por marcos y hojas del mismo material. Las hojas están formadas por tableros lisos de madera sobre bastidor.

La puerta de acceso a la vivienda es acorazada, chapada interior y exteriormente con madera lisa, del mismo tipo y color que el resto de puertas de la vivienda.

2.2.7. CUBIERTA.

La vivienda tiene en su planta superior una terraza no transitable, formada con aislante proyectado sobre el forjado, una base de hormigón celular, enlucido de mortero de cemento y capa de tela impermeable con junta soldada sobre el gres.

El aislante proyectado utilizado sobre el forjado es poliuretano.

2.2.8. REVESTIMIENTO DE PAREDES.

Las fábricas de ladrillo se enlucen en su cara exterior con revoco de cemento en la proporción 1:3. La bóveda de escalera, las paredes interiores y los entramados horizontales se maestran con pasta de yeso.

2.2.9. INSTALACION DE SANEAMIENTO.

Los baños completos se componen de inodoro, lavabo, bidé y bañera, mientras que en los aseos se instala inodoro, lavabo y ducha. Los aparatos sanitarios son de buena calidad y de porcelana.

En las cocinas se instala un fregadero de dos senos de fibra, y se coloca toma para la lavadora y el lavavajillas.

Se instala una caldera de gas natural para la calefacción y el ACS.

2.2.10. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD.

La tensión de servicio será de 220v para una electrificación elevada.

Se realiza la preinstalación de aire acondicionado con tubos de fibra de vidrio por el falso techo de la vivienda.

2.2.11. REVESTIMIENTO DE TECHOS.

Se dispone falso techo de escayola en aseos, baños y cocinas y en las zonas donde lo requiere el paso de las instalaciones. En las zonas donde no se coloca falso techo se enlucen con yeso.

2.2.12. REVESTIMIENTO DE SUELOS.

En toda la vivienda incluidos los baños, aseos y cocina, se coloca gres porcelánico, con rodapié del mismo material.

En el exterior de la vivienda se coloca gres rústico.

2.2.13. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.

Se lleva a cabo mediante tuberías de cobre y multicapa de polietileno y aluminio. Se colocan los desagües de P.V.C. Y se dispone una red para agua caliente y fría en la vivienda, con griferías monomando para su correcta regulación.

2.2.14. ALICATADOS.

Las cocinas, baños y aseos se chaparán con azulejo, colocando cantoneras no plásticas en todos los cantones.

2.2.15. PINTURAS.

En los enlucidos de paramentos interiores se aplica una pintura al plástico en techos y paramentos verticales.

3. ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

3.1. CUMPLIMIENTO DEL CTE.

Para realizar el estudio de la vivienda, una vez conocidos todos los elementos estructurales y los procesos constructivos de la misma, se comprueba si ésta cumple con el CTE, en concreto con el Documento Básico Ahorro de Energía. Por lo que se le aplican las diferentes tablas y fórmulas del CTE para conocer el estado de la vivienda analizada.

Según establece la sección HE 1 “Limitación de demanda energética” en su apartado 1 “Generalidades” se ha optado por la opción simplificada en el procedimiento de comprobación, ya que se cumple:

- El porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de la superficie.

Noroeste: 19.80%

Noreste: 37.53%

Suroeste: 19.80%

Sureste: 46.88%

- El porcentaje de huecos de la cubierta es inferior al 5% que indica la norma.

La demanda energética de los edificios se limita según el clima de la localidad en la que se ubican, por lo que el CTE DB HE establece las zonas climáticas dependiendo de algunos factores de la localidad.

Como la vivienda analizada se encuentra en Llíria (Valencia) se debe tener en cuenta los datos de la zona climática B3.

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de suelos $U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Transmitancia límite de cubiertas $U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{Lim}: 0,30$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				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	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

Tabla 3: Tabla sobre la zona climática del CTE.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

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 no habitables, 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 4: Tabla de la transmitancia térmica por zonas climáticas.

Una vez elegida la zona climática a comparar realizamos un estudio de los diferentes espacios en que se divide la vivienda. Cada uno de estos espacios se clasifica en dos categorías:

- Espacios con carga interna baja (espacios donde se disipa poco calor): son espacios destinados a residir en ellos.
- Espacios con carga interna alta (espacios donde se genera gran cantidad de calor por la ocupación, iluminación o equipos existentes).

PLANTA	RECINTO	ESPACIOS HABITABLES			ESPACIOS NO HABITABLES
		CARGA INTERNA		HIGROMETRÍA (Clases)	
		BAJA	ALTA		
BAJA	Cocina 1	-	-	-	X
	Baño 1	-	-	-	X
	Pasillo	-	-	-	X
	Almacén	-	-	-	X
	Trastero	-	-	-	X
PRIMERA	Salón-comedor	x	-	3	-
	Pasillo	x	-	3	-
	Entrada	x	-	3	-
	Dormitorio 2	x	-	3	-
	Baño 3	x	-	3	-
	Dormitorio 3	x	-	3	-
	Cocina 1	x	-	3	-
	Dormitorio 1	x	-	3	-
	Vestidor	x	-	3	-
	Pasillo	x	-	3	-
	Baño 2	x	-	3	-
	Despacho	x	-	3	-

Tabla 5: Tabla de la clasificación de espacios.

En primer lugar se calcula la transmitancia térmica de las diferentes envolventes de la vivienda, comprobando las pérdidas de calor que se realizan a través de los cuatro cerramientos que componen la fachada y el cerramiento de la cubierta. Todos ellos tienen una característica común, están en contacto con el aire exterior, por lo que comprobamos si cumplen con las especificaciones que el CTE dispone para estos tipos de cerramiento. Para ello se realiza el cálculo analizando el mes de enero, pues es el mes en el que la temperatura del ambiente exterior es más baja, y por tanto, hay mayor calefacción en el interior de la vivienda.

Se debe analizar las diferentes capas que componen los elementos estructurales. Para ello se consulta el Apéndice E del Documento Básico de Ahorro de Energía donde se recogen las distintas resistencias térmicas superficiales del aire interior y exterior dependiendo del flujo del calor.

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W

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 6: Resistencias térmicas según la posición del cerramiento.

3.1.1 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR.

Este cálculo se aplica a la parte opaca de los cerramientos que estén en contacto con el aire exterior. La transmitancia térmica se calcula:

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

Siendo R_T la resistencia térmica total expresada en m²K/W, y que se obtiene a partir de la suma de las resistencias térmicas de cada capa que forman el cerramiento. A su vez la resistencia térmica de cada capa se obtiene de la división de su espesor y su conductividad térmica.

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

FACHADA LADRILLO CARAVISTA

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad t�mica (W/mk)	Resistencia t�mica (m ² k/W)	U: Transmitancia t�mica (W/m ² k)
Rse	-	-	0,13	-
R1: Caravista	0,114	0,8	0,1425	7,01754386
R2: Cámara de aire	0,02	0,026	0,7692	1,3
R3: Lana de roca	0,03	0,041	0,7317	1,366666667
R4: LH7	0,07	0,8	0,0875	11,42857143
Rsi	-	-	0,04	-

ΣRT	1,9009
UT	0,5261

Tabla 7: C culo de la transmitancia de la fachada de ladrillo caravista.

$$U_T < U_{MAX} \rightarrow 0,5261 \text{ W/m}^2\text{k} < 1,07 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_T < U_{Mlim} \rightarrow 0,5261 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,82 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Tras analizar las fachadas se analiza la cubierta, comprobando las distintas capas que la forman.

CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad t�mica (W/mk)	Resistencia t�mica (m ² k/W)	U: Transmitancia t�mica (W/m ² k)
R _{se}	-	-	0,10	-
R1: Gres rústico	0,01	0,039	0,2564	3,9
R2: Cemento cola	0,02	1,30	0,0154	65
R3: Tela impermeable	0,002	0,230	0,0087	115
R4: Mortero	0,02	1,30	0,0154	65,00
R5: Hormigón celular	0,03	0,090	0,3333	3,00
R6: Aislamiento (panel de poliuretano)	0,03	0,029	1,0345	0,9667
R7: Forjado unidireccional	0,3	0,23	1,3043	0,7667
R _{si}	-	-	0,04	-

ΣRT	3,1080
U _T	0,3217

Tabla 8: C culo de la transmitancia t mica de la cubierta.

$$U_T < U_{MAX} \rightarrow 0,3217 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,59 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_T < U_{clim} \rightarrow 0,3217 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,45 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

3.1.2. CERRAMIENTO EN CONTACTO CON EL TERRENO.

Una vez analizados los cerramientos en contacto con el aire exterior se analiza el único cerramiento que hay en contacto con el terreno. En este caso sólo se tiene en cuenta el aislamiento de la solera, así como el área y el perímetro, para poder comprobar si este cerramiento cumple con lo establecido en el CTE.

Datos de la solera:

- Para soleras con aislamiento contínuo en toda la superficie $\rightarrow D \geq 1.5$
- Espesor y conductividad:

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	R_a (m ² k/W)
Aislamiento solera	0,05	0,03	1,6667

- Área y perímetro:

A (m ²)	P (m)	1/2P (m)	B' (m)
57,67	35,4	17,7	3,25819209

Con estos datos introducidos en la tabla proporcionada por el CTE se obtiene:

Tabla E.3 Transmitancia térmica U_s en W/m² K

R_a	D = 0.5 m						D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
	R_a (m ² K/W)	R_a (m ² K/W)					R_a (m ² K/W)					R_a (m ² K/W)				
B'	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 9: Transmitancia térmica de la solera.

$$U_s < U_{MAX} \rightarrow 0,50 \text{ W/m}^2\text{k} < 1,07 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_s < U_{Mlim} \rightarrow 0,50 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,82 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

3.1.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.

Según lo explicado anteriormente la vivienda tiene dos plantas, pero para el estudio de la eficiencia energética únicamente se va a tener en cuenta la primera planta, puesto que la Planta Baja solamente se utiliza en verano.

Teniendo en cuenta esta restricción, el forjado que separa las dos plantas también se debe analizar, ya que el calor puede pasar de la zona calefactada (habitable) de la vivienda a la zona no calefactada (no habitable), de uso exclusivo en verano.

Estos cálculos son los mismos que los utilizados para calcular los cerramientos en contacto con el aire exterior.

	e: Espesor (m)	λ: Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m ² k/W)	U: Transmitancia térmica (W/m ² k)
R_{si}	-	-	0,04	-
R1: Gres porcelánico	0,014	1,30	0,0108	92,8571
R2: Cemento cola	0,02	1,300	0,0154	65
R3: Mortero (capa compresión)	0,04	1,30	0,0308	32,5000
R4: Aislamiento (poliuretano proyectado)	0,05	0,028	1,7857	0,5600
R5: Forjado unidireccional	0,3	0,230	1,3043	0,7667
R_{se}	-	-	0,17	-

ΣRT	3,3570
U_T	0,2979

Tabla 10: Tabla del cálculo de la transmitancia térmica del forjado.

$U_T < U_{MAX} \rightarrow 0,2979 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,68 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$ $U_T < U_{lim} \rightarrow 0,2979 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,52 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$
--

3.1.4. HUECOS.

Otros de los puntos clave a analizar son los huecos y los lucernarios, ya que son una de las principales fuentes por donde se producen pérdidas de calor.

Hay tres tipos de ventanas, por lo que se debe analizar cada una de ellas por separado.

La transmitancia térmica de huecos se calcula mediante la fórmula:

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

FM: fracción del hueco ocupada por el marco.

U_{H,v}: transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m²k).

U_{H,m}: transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario (W/m²k).

VENTANA TIPO 1 (2,4X2,00) [SURESTE Y SUROESTE Y NOROESTE]

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m ² k/W)	Transmitancia térmica (W/m ² k)
U_{H,v}: Parte semitransparente (Climalit PLUS Planitherm 4+6+4)	0,014	2,5	0,0056	178,5714
U_{H,m}: Marco ventana (Aluminio RPT:d>12)	0,050	3,2	0,0156	64,0000
Vidrio+marco	0,064	3	0,0213	46,875

Ocupación marco metálico (m ²)	Tamaño total hueco (m ²)	FM: Fracción del hueco ocupada por el marco	FM
0,9502	4,8	0,1980	19,80%

U_H **2,6386**

Tabla 11: Cálculo de la transmitancia térmica de la ventana tipo 1.

$U_T < U_{MAX} \rightarrow 2,63 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$
$U_T < U_{Him} \rightarrow 2,63 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$

VENTANA TIPO 2 (1,20X2,00) [SURESTE]

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m ² k/W)	Transmitancia térmica (W/m ² k)
U_{H,v}: Parte semitransparente (Climalit PLUS Planitherm 4+6+4)	0,014	2,5	0,0056	178,5714
U_{H,m}: Marco ventana (Aluminio RPT:d>12)	0,050	3,2	0,0156	64,0000
Vidrio+marco	0,064	3	0,0213	46,875
Ocupación marco metálico (m²)	Tamaño total hueco (m²)	FM: Fracción del hueco ocupada por el marco		FM
0,6498	2,4	0,2708		27,08%

U_H

2,6895

Tabla 12: Cálculo de la transmitancia térmica de la ventana tipo 2.

$$U_T < U_{MAX} \rightarrow 2,68 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_T < U_{Clim} \rightarrow 2,68 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

VENTANA TIPO 3 (1,04X0,80) [NORESTE]

	e: Espesor (m)	λ: Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m²k/W)	Transmitancia térmica (W/m²k)
U_{H,v}: Parte semitransparente (Climalit PLUS Planitherm 4+6+4)	0,014	2,5	0,0056	178,5714
U_{H,m}: Marco ventana (Aluminio RPT:d>12)	0,050	3,2	0,0156	64,0000
Vidrio+marco	0,064	3	0,0213	46,875

Ocupación marco metálico (m²)	Tamaño total hueco (m²)	FM: Fracción del hueco ocupada por el marco	FM
0,3142	0,8371	0,3753	37,53%

U_H

2,7627

Tabla 13: Cálculo de la transmitancia térmica de la ventana tipo 3.

$U_T < U_{MAX} \rightarrow 2,76 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$ $U_T < U_{Clim} \rightarrow 2,76 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$

3.1.5. FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS Y LUCERNARIOS.

Tras el análisis de los huecos se analiza el factor solar modificado de huecos y lucernarios.

En los huecos se considera que no hay ningún elemento añadido que pueda proporcionar sombra, únicamente se tienen en cuenta las persianas.

Para obtener este valor se aplicará la función:

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0.04 \cdot Um \cdot \alpha]$$

FS: Factor de sombra.

Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

LAMAS HORIZONTALES		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	0,45	0,27

LAMAS VERTICALES		ANGULO DE INCLINACIÓN (α)						
		-60	-45	-30	0	30	45	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	SURESTE	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
	ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
	OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
	SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

Tabla 14: Tabla de los valores de los elementos de sombra.

g: Factor solar de la parte semitransparente. (Valor facilitado por el fabricante).

FM: fracción del hueco ocupada por el marco.

Um: transmitancia térmica del marco de la ventana.

α: Absortividad del marco.

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

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 15: Tabla de los valores para la absortividad del marco de la ventana.

Hay que tener en cuenta que la carpintería interior es de aluminio con rotura de puente térmico de color gris, con Climalit Plus Planitherm 4+6+4, y que como factor de sombra se tiene en cuenta las persinas.

VENTANA TIPO 1 (2,4X2,00)		
FS	SURESTE	0,54
	SUROESTE	0,54
	NORESTE	0,54
	NOROESTE	0,54
FM		19,80%
g		0,75
UM		3,20
α		0,4

Tabla 16: Cálculo del factor solar modificado de huecos de la ventana tipo 1.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO SURESTE	0,3364476
---	------------------

$F_H < F_{hlim} \rightarrow 0,33 < - \rightarrow$ Para este porcentaje de huecos el CTE no limita el factor solar modificado de huecos.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO SUROESTE	0,3364476
--	------------------

$F_H < F_{hlim} \rightarrow 0,33 < 0,59 \rightarrow$ **CUMPLE**

VENTANA TIPO 2 (1,20X2,00)		
FS	SURESTE	0,54
FM		27,08%
g		0,75
UM		3,20
α		0,4

Tabla 17: Cálculo del factor solar modificado de huecos de la ventana tipo 2.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO SURESTE	0,30919096
---	-------------------

$F_H < F_{hlim} \rightarrow 0,30 < - \rightarrow$ Para este porcentaje de huecos el CTE no limita el factor solar modificado de huecos.

VENTANA TIPO 3 (1,04X0,80)		
FS	ESTE	1
FM		37,53%
g		0,75
UM		3,20
α		0,4

Tabla 18: Cálculo del factor solar modificado de huecos de la ventana tipo 3.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO NORTE	0,48774036
---	------------

$F_H < F_{Hlim} \rightarrow 0,48 < - \rightarrow$ Para este porcentaje de huecos el CTE no limita el factor solar modificado de huecos.

Para conocer el factor solar modificado del lucernario se aplica la misma fórmula que para las ventanas, pero obteniendo los datos del factor de sombra de la tabla que nos facilita el código técnico.

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha]$$

Tabla E.15 Factor de sombra para lucernarios

		Y / Z					
		0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
X / Z	0,1	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44
	0,5	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52
	1,0	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,59
	2,0	0,43	0,50	0,55	0,60	0,66	0,68
	5,0	0,44	0,51	0,58	0,66	0,75	0,79
	10,0	0,44	0,52	0,59	0,68	0,79	0,85

Tabla 19: Tabla para obtener el factor de sombra para lucernarios.

LUCERNARIO	
FS	0,6
FM	0,77778
g	0,65
UM	1,50
α	0,4

Tabla 20: Cálculo de la transmitancia térmica del lucernario.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL LUCERNARIO	0,1053
---	---------------

$$F_{Lm} < F_{Lim} \rightarrow 0,1053 < 0,30 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

3.1.6. CONDENSACIONES.

Para calcular las condensaciones se toma como temperatura exterior y humedad relativa los valores mensuales facilitados por el CTE, pero como la vivienda no se encuentra en la capital de la provincia (Valencia), se debe suponer que la temperatura exterior en la localidad es igual a la de la capital minorada en 1°C por cada 100m de diferencia de altura entre las localidades. La humedad relativa se calculará a partir de la humedad absoluta, que será la misma que en la capital de provincia.

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Valencia	T _{med}	10,4	11,4	12,6	14,5	17,4	21,1	24,0	24,5	22,3	18,3	13,7	10,9
	HR _{med}	63	61	60	62	64	66	67	69	68	67	66	64

Tabla 21: Temperatura y humedad relativa en Valencia.

Sabiendo que Lliria se encuentra a 190m sobre el nivel del mar, la temperatura exterior disminuirá 1.9°C respecto a la de la capital:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T _{med}	8.5	9.5	10.7	12.6	15.5	19.2	22.1	22.6	20.4	16.4	11.8	9

Tabla 22: Temperatura en Lliria.

Para saber la humedad relativa en Lliria, calculamos:

1. La presión de saturación de Valencia:

$$P_{sat} = 610.5 \cdot e^{\frac{17.269 \cdot 10.4}{237.3 \cdot 10.4}}$$

Psat: Presión de saturación máxima en la superficie.

$$P_{sat} = 656.5843 \text{ Pa}$$

2. *Presión de vapor exterior de Valencia:*

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}$$

ϕ_e : humedad relativa exterior de Valencia en enero (en tanto por 1).

$$P_e = 0.63 \cdot 656.5843 = 413.648109 \text{ Pa}$$

3. *Presión de saturación de Llíria:*

$$P_{sat, loc} = 610.5 \cdot e^{\frac{17.269 \cdot 8.5}{237.3 \cdot 8.5}}$$

$$P_{sat, loc} = 656.5843 \text{ Pa}$$

4. *Humedad relativa de Llíria:*

$$\phi_{e, loc} = \frac{P_e}{P_{sat, loc}}$$

$$\phi_{e, loc} = \frac{413.648109}{656.5843} = 0.63$$

Humedad relativa en Llíria: 63%

5. *Presión de vapor exterior de Llíria:*

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}$$

$$P_e = 0.63 \cdot 656.5843 = 413.648109 \text{ Pa}$$

ϕ_e : humedad relativa exterior de Llíria en enero (en tanto por 1).

3.1.6.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES.

Para calcular este apartado se tomará como temperatura del ambiente interior igual a 20° para el mes de enero.

Para conocer las condensaciones superficiales se calculan las correspondientes al cerramiento de fachada, a la cubierta y al forjado que divide las dos plantas:

1. *Factor temperatura de la superficie interior del cerramiento de fachada:*

$$f_{rsi} = 1 - U \cdot 0.25$$

U: transmitancia térmica del cerramiento.

$$f_{rsi} = 1 - 0.5261 \cdot 0.25 = 0.8684$$

2. *Factor temperatura de la superficie interior de la cubierta:*

$$f_{rsi} = 1 - U \cdot 0.25$$

$$f_{rsi} = 1 - 0.3217 \cdot 0.25 = 0.9195$$

3. *Factor temperatura de la superficie interior en forjado:*

$$f_{rsi} = 1 - U \cdot 0.25$$

$$f_{rsi} = 1 - 0.2979 \cdot 0.25 = 0.9255$$

4. *Factor temperatura de la superficie interior de los cerramientos de fachada y cubierta mínimo:*

$$f_{rsi, \min} = \frac{\theta_{si, \min} - \theta_e}{20 - \theta_e} \quad (1)$$

θ_e : temperatura exterior en Llíria en el mes de enero.

$\theta_{si, \min}$: temperatura superficial interior mínima.

$$\theta_{si, \min} = (237.3 \cdot \log_e\left(\frac{P_{sat}}{610.5}\right)) / (17.269 - \log_e\left(\frac{P_{sat}}{610.5}\right)) \quad (2)$$

P_{sat} : Presión de saturación máxima.

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0.8} \quad (3)$$

P_i : Presión de vapor interior.

$$P_i = \phi_i \cdot 2337 \rightarrow \text{donde } \phi_i = 55\%$$

$$P_i = 0.55 \cdot 2337 = 1285.6875$$

$$(3) P_{sat} = \frac{1285.6875}{0.8} = 1606.6875 \text{ Pa}$$

$$(2) \theta_{si, \min} = (237.3 \cdot \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) / (17.269 - \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) = 14.0861$$

$$(1) f_{rsi, \min} = \frac{14.0861 - 8.5}{20 - 8.5} = 0.48575 \rightarrow \text{Este valor es el factor temperatura interior mínimo, y debe ser menor que el factor temperatura de la superficie interior calculado para la fachada y la cubierta.}$$

5. *Factor temperatura superficie interior de los cerramientos de forjado mínimo:*

$$P_i = \phi_i \cdot 2337 \rightarrow \text{dónde } \phi_i = 55\%$$

$$P_i = 0.55 \cdot 2337 = 1285.6875$$

$$P_{sat} = \frac{1285.6875}{0.8} = 1606.6875 \text{ Pa}$$

$$\theta_{si, \min} = (237.3 \cdot \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) / (17.269 - \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) = 14.0861$$

$$f_{rsi, \min} = \frac{14.0861 - 9.2}{20 - 9.2} = 0.4524 \rightarrow \text{Este valor es el factor temperatura interior mínimo, y debe ser menor que el factor temperatura de la superficie interior calculado para la fachada y la cubierta.}$$

3.1.6.2 CONDENSACIONES INTERSTICIALES.

Esta comprobación es necesaria realizarla para todos los cerramientos excepto los que estén en contacto con el suelo y los que disponen de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte interior del cerramiento.

Para poder conocer este valor se debe calcular la distribución de temperatura en cada capa, para ello se debe calcular las condensaciones que se producen a través de la fachada, la cubierta y el forjado, por lo que se calcula:

- CERRAMIENTO DE FACHADA:

1. Resistencia térmica total del cerramiento: $R_T = 1.9009 \text{ m}^2\text{k/W}$
2. Temperatura superficial exterior:

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

θ_e : temperatura exterior de Llíria

θ_i : temperatura interior

R_T : resistencia total

R_{se} : resistencia térmica superficial del aire exterior

$$\theta_{se} = 8.5 + \frac{0.13}{1.9009} \cdot (20 - 8.5) = 9.2864 \text{ }^\circ\text{C}$$

3. Temperatura en cada una de las capas:

Ladrillo caravista $\rightarrow \theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$

θ_{se} : temperatura superficial exterior

R_1 : Resistencias térmicas de cada capa ($\text{m}^2\text{K/W}$)

$$\theta_1 = 9.2864 + \frac{0.1425}{1.9009} \cdot (20 - 8.5) = 10.14 \text{ }^\circ\text{C}$$

Cámara de aire $\rightarrow \theta_2 = 10.14 + \frac{0.7692}{1.9009} \cdot (20 - 8.5) = 14.79 \text{ }^\circ\text{C}$

Lana de roca $\rightarrow \theta_3 = 14.79 + \frac{0.7317}{1.9009} \cdot (20 - 8.5) = 19.21 \text{ }^\circ\text{C}$

LH7 $\rightarrow \theta_4 = 19.21 + \frac{0.0875}{1.9009} \cdot (20 - 8.5) = 19.73 \text{ }^\circ\text{C}$

Interior $\rightarrow \theta_5 = 19.73 + \frac{0.04}{1.9009} \cdot (20 - 8.5) = 19.97 \text{ }^\circ\text{C} \approx 20 \text{ }^\circ\text{C}$

4. Distribución de presión de vapor en cada capa:

$$P_1 = P_e + \frac{Sd_1}{\sum Sd_n} (P_i - P_e)$$

P_i : Presión de vapor de aire interior (Pa).

P_e : Presión de vapor de aire exterior (Pa).

P_1 : Presión de vapor en cada capa (Pa).

Sd_1 : Espesor del aire equivalente de cada capa (m).

$$Sd_n = e_n \cdot \mu_n$$

e_n : espesor de la capa (m)

μ_n : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

$$P_i = \Phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i) \quad (1)$$

$$P_e = \Phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) \quad (2)$$

Φ_i : Humedad relativa del ambiente interior (en tanto por 1).
Como no se tienen datos precisos el CTE nos da 20°C como temperatura interior y la humedad relativa del ambiente interior depende de la higrometría del espacio, en este caso se toma higrometría 3, por tanto la humedad relativa es del 55%.

Φ_e : Humedad relativa del ambiente exterior (en tanto por 1).

$$(1) P_i = 0.55 \cdot 2337 = 1285.6875$$

$$(2) P_e = 0.63 \cdot 656.5843 = 413.648109 \text{ (Pa)}$$

Ladrillo caravista $\rightarrow S_{d1} = 0.114 \cdot 10 = 1.14$

$$P_1 = 413.648109 + \frac{1.14}{1.89} (1285.6875 - 413.648109) = 939.64 \text{ Pa}$$

Cámara de aire $\rightarrow S_{d2} = 0.02 \cdot 1 = 0.02$

$$P_2 = 939.64 + \frac{0.02}{1.89} (1285.6875 - 413.648109) = 948.86 \text{ Pa}$$

Lana de roca $\rightarrow S_{d3} = 0.03 \cdot 1 = 0.03$

$$P_3 = 948.86 + \frac{0.03}{1.89} (1285.6875 - 413.648109) = 962.701 \text{ Pa}$$

LH-7 $\rightarrow S_{d4} = 0.07 \cdot 10 = 0.7$

$$P_4 = 962.701 + \frac{0.7}{1.89} (1285.6875 - 413.648109) = 1285.67 \text{ Pa}$$

- CUBIERTA:

1. *Resistencia térmica total de la cubierta:* $R_T = 3.1080 \text{ m}^2\text{k/W}$

2. *Temperatura superficial exterior:*

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_{se} = 8.5 + \frac{0.10}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 8.87 \text{ }^\circ\text{C}$$

3. *Temperatura en cada una de las capas:*

Gres $\rightarrow \vartheta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$

$$\vartheta_1 = 8.87 + \frac{0.2564}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 9.81 \text{ }^\circ\text{C}$$

Cemento cola $\rightarrow \vartheta_2 = 9.81 + \frac{0.0154}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 9.86 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\text{Tela impermeable} \rightarrow \vartheta_3 = 9.86 + \frac{0.0087}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 9.89^\circ\text{C}$$

$$\text{Mortero} \rightarrow \vartheta_4 = 9.89 + \frac{0.0154}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 9.94^\circ\text{C}$$

$$\text{Hormigón celular} \rightarrow \vartheta_5 = 9.94 + \frac{0.3333}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 11.17^\circ\text{C}$$

$$\text{Aislamiento (panel poliuretano)} \rightarrow \vartheta_6 = 11.17 + \frac{1.0345}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 14.99^\circ\text{C}$$

$$\text{Forjado} \rightarrow \vartheta_7 = 14.99 + \frac{1.3043}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 19.81^\circ\text{C}$$

$$\text{Interior} \rightarrow \vartheta_8 = 19.81 + \frac{0.04}{3.1080} \cdot (20 - 8.5) = 19.96^\circ\text{C} \approx 20^\circ\text{C}$$

4. Distribución de presión en cada capa:

$$\text{Gres} \rightarrow Sd1 = 0.01 \cdot 30 = 0.3$$

$$P1 = 413.648109 + \frac{0.3}{5.78} (1285.6875 - 413.648109) = 458.909\text{Pa}$$

$$\text{Cemento cola} \rightarrow Sd2 = 0.02 \cdot 10 = 0.2$$

$$P2 = 458.909 + \frac{0.2}{5.78} (1285.6875 - 413.648109) = 489.083\text{Pa}$$

$$\text{Tela impermeable} \rightarrow Sd3 = 0.002 \cdot 50 = 0.1$$

$$P3 = 489.083 + \frac{0.1}{5.78} (1285.6875 - 413.648109) = 504.17\text{Pa}$$

$$\text{Mortero} \rightarrow Sd4 = 0.02 \cdot 10 = 0.2$$

$$P4 = 504.17 + \frac{0.2}{5.78} (1285.6875 - 413.648109) = 534.344\text{Pa}$$

$$\text{Hormigón celular} \rightarrow Sd5 = 0.03 \cdot 60 = 1.8$$

$$P5 = 534.34 + \frac{1.8}{5.78} (1285.6875 - 413.648109) = 805.909\text{Pa}$$

$$\text{Aislamiento (panel poliuretano)} \rightarrow Sd6 = 0.03 \cdot 6 = 0.18$$

$$P6 = 805.909 + \frac{0.18}{5.78} (1285.6875 - 413.648109) = 833.065\text{Pa}$$

$$\text{Forjado} \rightarrow Sd7 = 0.3 \cdot 10 = 3$$

$$P7 = 833.065 + \frac{3}{5.78} (1285.6875 - 413.648109) = 1285.68\text{Pa}$$

- FORJADO:

En este caso no tomaremos como temperatura exterior 8.5°C, porque en la PB no hará la misma temperatura que en el exterior, ya que la vivienda está envuelta por cerramientos. Por tanto tomaremos como temperatura exterior 9.2°C.

1. *Resistencia térmica total del forjado:* $R_T = 3.3570 \text{ m}^2\text{k/W}$

2. *Temperatura superficial exterior:*

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

θ_e : temperatura exterior: 9.2°C

$$\theta_{se} = 9.2 + \frac{0.17}{3.3570} \cdot (20 - 9.2) = 9.74^\circ\text{C}$$

3. *Temperatura en cada una de las capas:*

Forjado $\rightarrow \theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$

$$\theta_1 = 9.74 + \frac{1.30}{3.3570} (20 - 9.2) = 13.92^\circ\text{C}$$

Aislamiento (poliuretano proyectado) $\rightarrow \theta_2 = 13.92 + \frac{1.7857}{3.3570} (20 - 9.2) = 19.66^\circ\text{C}$

Mortero $\rightarrow \theta_3 = 19.66 + \frac{0.0308}{3.3570} (20 - 9.2) = 19.75^\circ\text{C}$

Cemento cola $\rightarrow \theta_4 = 19.75 + \frac{0.0154}{3.3570} (20 - 9.2) = 19.79^\circ\text{C}$

Gres $\rightarrow \theta_5 = 19.79 + \frac{0.0108}{3.3570} (20 - 9.2) = 19.82^\circ\text{C}$

Interior $\rightarrow \theta_6 = 19.82 + \frac{0.04}{3.3570} (20 - 9.2) = 19.94^\circ\text{C} \approx 20^\circ\text{C}$

4. *Distribución de presión en cada capa:*

Forjado $\rightarrow S_{d1} = 0.3 \cdot 10 = 3$

$$P_1 = 413.648109 + \frac{3}{4.32} (1285.6875 - 413.648109) = 1019.231\text{Pa}$$

Aislamiento (poliuretano proyectado) $\rightarrow S_{d2} = 0.05 \cdot 6 = 0.3$

$$P_2 = 1019.231 + \frac{0.3}{4.32} (1285.6875 - 413.648109) = 1079.789\text{Pa}$$

Mortero $\rightarrow S_{d3} = 0.04 \cdot 10 = 0.4$

$$P_3 = 1079.789 + \frac{0.4}{4.32} (1285.6875 - 413.648109) = 1160.52\text{Pa}$$

Cemento cola $\rightarrow Sd4 = 0.02 \cdot 10 = 0.2$

$$P4 = 1160.52 + \frac{0.2}{4.32} (1285.6875 - 413.648109) = 1200.89 \text{ Pa}$$

Gres $\rightarrow Sd5 = 0.014 \cdot 30 = 0.42$

$$P5 = 1200.89 + \frac{0.42}{4.32} (1285.6875 - 413.648109) = 1285.68 \text{ Pa}$$

3.2. FICHAS JUSTIFICATIVAS CTE.

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
-----------------------	----	-------------------------------------	-----------------------------------

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
	Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A· U (W/°K)	Resultados
N	FACHADA	39.90	0.5261	20.9913	$\Sigma A = 39.90$ $\Sigma A \cdot U = 20.9913$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.5261$
E					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
O					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
S	FACHADA	50.92	0.5261	26.789	$\Sigma A = 50.92$ $\Sigma A \cdot U = 26.789$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.5261$
SE	FACHADA	64.60	0.5261	33.986	$\Sigma A = 64.60$ $\Sigma A \cdot U = 33.986$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.5261$
SO	FACHADA	19.38	0.5261	10.195	$\Sigma A = 50.6$ $\Sigma A \cdot U = 26.61$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.526$
	FACHADA	30.02	0.5261	15.793	
	FACHADA	1.2	0.5261	0.6313	
C-TER					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

SUELOS (U_{Sm})					
	Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A· U (W/°K)	Resultados
	EN CONTACTO CON TERRENO	57.67	0.50	28.835	$\Sigma A = 214.99$ $\Sigma A \cdot U = 75.695$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.352$
	FORJADO	157.32	0.2979	46.86	

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm}, F_{Lm})					
	Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A· U (W/°K)	Resultados
	PLANA NO TRANSITABLE	159.64	0.3217	51.3561	$\Sigma A = 160.90$ $\Sigma A \cdot U = 51.4908$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.32$
	LUCERNARIO	1.28	0.1053	0.1347	

	Tipos	A (m ²)	F	A· F(m ²)	Resultados	Tipos
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
----------------	----	------------------------------	----------------------------

HUECOS (U_{Hm} , F_{Hm})								
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)		Resultados		
Z	TIPO 3	0.832	2.7627	2.2985		$\Sigma A = 5.632$ $\Sigma A \cdot U = 14.9637$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.6569$		
	TIPO 1	4.8	2.6386	12.6652				
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados	Tipos
W							$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $\Sigma A \cdot F =$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
O							$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $\Sigma A \cdot F =$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
S	TIPO 1	4.8	2.6386	0.9364	12.6652	4.4947	$\Sigma A = 24$ $\Sigma A \cdot U = 63.326$ $\Sigma A \cdot F = 22.4736$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.6690$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.9364$	
	TIPO 1	4.8	2.6386	0.9364	12.6652	4.4947		
	TIPO 1	4.8	2.6386	0.9364	12.6652	4.4947		
	TIPO 1	4.8	2.6386	0.9364	12.6652	4.4947		
	TIPO 1	4.8	2.6386	0.9364	12.6652	4.4947		
SE	TIPO 2	2.4	2.6895	0.8560	6.4548	2.0544	$\Sigma A = 3$ $\Sigma A \cdot U = 8.030$ $\Sigma A \cdot F = 2.6283$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.676$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.8761$	
	TIPO 2	2.4	2.6895	0.8560	6.4548	2.0544		
	TIPO 2	2.4	2.6895	0.8560	6.4548	2.0544		
	TIPO 1	4.8	2.6386	0.9364	12.6652	4.4947		
SO	TIPO 1	4.8	2.6386	0.9364	12.6652	4.4947	$\Sigma A = 4.8$ $\Sigma A \cdot U = 12.6652$ $\Sigma A \cdot F = 4.4947$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.638$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.9364$	

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
----------------	----	------------------------------	----------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\max(\text{proyecto})}^{(1)}$	$U_{\max}^{(2)}$
Muros de fachada	0.5261	1.07
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.50	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	-	0.68
Suelos	0.2979	
Cubiertas	0.3287	0.59
Vidrios de huecos y lucernarios	2.66	5.70
Marcos de huecos y lucernarios	2.66	
Medianerías	-	-
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	-	1,2 W/m ² K

MUROS DE FACHADA		
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0.5261	0.82
E	-	
O	-	
S	0.5261	
SE	0.5261	
SO	0.5261	

HUECOS Y LUCERNARIOS					
	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$		$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
	2.6569	5.70			
	-	-		-	-
	-	-		-	-
	2.6690	5.70		0.3091	-
	2.676	5.70		0.3364	0.59
	2.638	5.70		0.3364	0.59

CERR. CONTACTO TERRENO	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
-	-

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0.352	0.52

CUBIERTAS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
0.32	0.45

LUCERNARIOS	
F_{Lm}	F_{Llim}
0.105	0.30

(1) $U_{\max(\text{proyecto})}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U_{\max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, $U_{\max(\text{proyecto})}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD-Condensaciones

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
FACHADA	f_{Rsi}	0.8684	$P_{sat,n}$	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68			
	f_{Rmin}	0.4857	P_n	939.64	948.86	962.701	1285.67			
CUBIERTA	f_{Rsi}	0.9195	$P_{sat,n}$	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68
	f_{Rmin}	0.4857	P_n	458.909	489.083	504.17	534.344	805.909	833.065	1285.68
FORJADO	f_{Rsi}	0.9255	$P_{sat,n}$	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68		
	f_{Rmin}	0.4524	P_n	1019.23	1079.78	1160.52	1200.89	1285.68		
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							

3.3. COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO.

Tras el análisis realizado a la vivienda objeto de estudio se observa que se producen condensaciones superficiales e intersticiales. Aunque la vivienda cumple el CTE se produce un flujo de calor desde el interior de la vivienda hacia las partes más frías o el exterior.

En la envolvente del edificio se produce un flujo de calor en sentido horizontal desde el interior de la vivienda hacia el exterior.

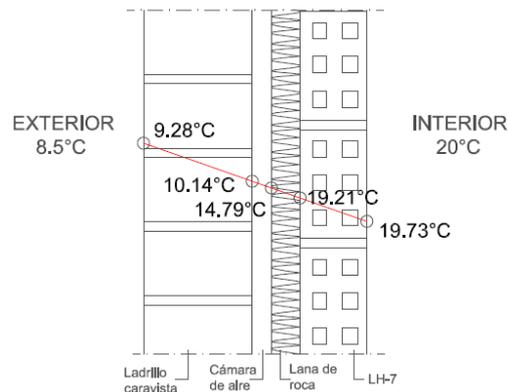


Figura 9: Flujo de calor a través del cerramiento de fachada.

Una vez obtenida la temperatura en cada una de las capas se calcula la variación de temperatura para poder obtener el caudal a través de la división de la variación de temperatura y la resistencia térmica.

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$Q = \frac{\Delta T}{RT} \rightarrow Q = \frac{20-8.5}{1.9009} = 6.049 \text{ W/m}^2$$

	Resistencia térmica (m ² k/W)	ΔT: Variación temperatura (°C)	Temperatura en las diferentes capas (°C)	Q: Caudal (W/m ²)
R1: Caravista	0,1425	0,86	9,28	6,049
R2: Cámara de aire	0,7692	4,65	10,14	6,049
R3: Lana de roca	0,7317	4,42	14,79	6,049
R4: LH7	0,0875	0,79	19,21	6.049

ΣRT	1,9009
------------	--------

Tabla 23: Cálculo de caudal de calor en el cerramiento de fachada.

En la cubierta se produce un flujo de calor en sentido vertical desde el interior de la vivienda hacia el exterior.

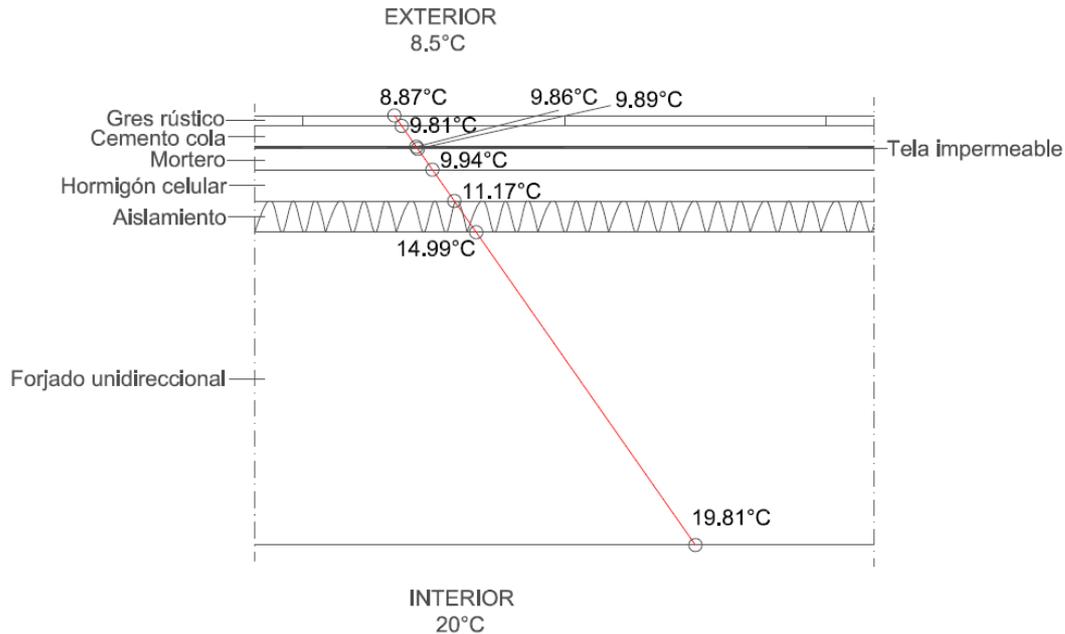


Figura 10: Flujo de calor a través de las diferentes capas que forman la cubierta.

Una vez obtenido el flujo calculamos la diferencia de temperatura y el caudal.

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$Q = \frac{\Delta T}{RT} \rightarrow Q = \frac{20 - 8.5}{3.1080} = 3.7001 \text{ W/m}^2$$

	Resistencia térmica (m ² k/W)	ΔT: Variación temperatura (°C)	Temperatura en las diferentes capas	Q: Caudal (W/m ²)
R1: Gres rústico	0,2564	0,94	8,87	3.7001
R2: Cemento cola	0,0154	0,05	9,81	3.7001
R3: Tela impermeable	0,0087	0,03	9,86	3.7001
R4: Mortero	0,0154	0,05	9,89	3.7001
R5: Hormigón celular	0,3333	1,23	9,94	3.7001
R6: Aislamiento (panel de poliuretano)	1,0345	3,82	11,17	3.7001
R7: Forjado unidireccional	1,3043	5,01	14,99	3.7001

ΣRT	3,1080
------------	--------

Tabla 24: Cálculo del caudal de calor en la cubierta.

Otro elemento por el que se produce flujo de calor es el forjado que separa las dos plantas de la vivienda, ya que la planta baja es zona de verano, por tanto no se incluye en el estudio sobre eficiencia energética.

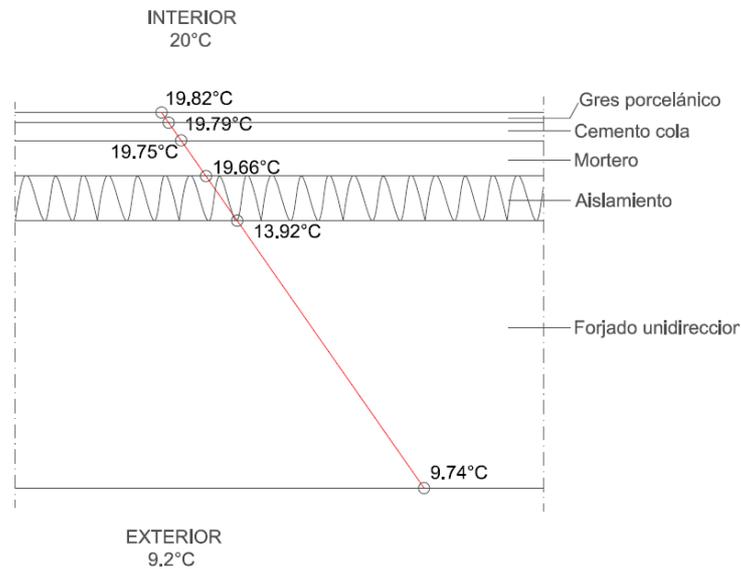


Figura 11: Flujo del calor a través de las diferentes capas que forman el forjado.

Se obtiene la diferencia de temperatura y el caudal:

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$Q = \frac{\Delta T}{RT} \rightarrow Q = \frac{20 - 9,2}{3,1470} = 3,431 \text{ W/m}^2$$

	RT: Resistencia térmica (m ² k/W)	ΔT: Variación temperatura (°C)	Temperatura en las diferentes capas	Q: Caudal (W/m ²)
R1: Gres porcelánico	0,0108	0,32	19,82	3,431
R2: Cemento cola	0,0154	0,03	19,79	3,431
R3: Mortero (capa compresión)	0,0308	0,05	19,75	3,431
R4: Aislamiento (poliuretano proyectado)	1,7857	0,1	19,66	3,431
R5: Forjado unidireccional	1,3043	6,11	13,92	3,431

ΣRT	3,1470
------------	--------

Tabla 25: Cálculo del caudal de calor en el forjado.

4. MEJORAS REALIZADAS PARA OBTENER EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Tras el estudio realizado a la vivienda se observa que ésta es eficiente energéticamente, pero se comprueba que se produce un flujo de calor de la zona calefactada de la vivienda a las zonas no calefactadas, por lo que se decide aplicar reformas a los elementos estructurales en las que se consiga construir una vivienda prácticamente estanca, intentando que no se produzcan pérdidas ni ganancias de calor, y en la que como consecuencia de estas reformas se produzca un consumo lo más próximo posible a cero, ya que en una vivienda eficiente energéticamente se busca obtener consumo cero.

Con las medidas adoptadas no se consigue eliminar el flujo de calor hacia el ambiente exterior, pero se obtienen valores menores que los obtenidos en el estudio anterior, y dentro de los límites establecidos por el CTE, por lo que la vivienda será más eficiente energéticamente y cumplirá con el CTE.

Una vez analizada la vivienda se examina el cerramiento en contacto con el aire exterior y se determina que el espesor total del cerramiento no es suficiente para retener el aire caliente en el interior de la vivienda, por lo que se decide ampliar el grosor de la capa de aislamiento, lana de roca, y de la cámara de aire. Además se aprecia que el aislamiento actual de la vivienda tiene un coeficiente de conductividad térmica mayor que el poliestireno expandido, por lo que se cambia el aislamiento por otro de menor coeficiente de conductividad térmica. En definitiva el cerramiento de fachada estaría compuesto de las mismas capas pero aumentando el espesor de alguna de ellas y cambiando el material de aislamiento, obteniendo así un valor de transmitancia térmica menor que el de la vivienda actual, ya que en la actual el coeficiente es igual a $0.5261\text{W/m}^2\text{k}$ y en la reformada el coeficiente es igual, y por tanto menor que la actual, a $0.2933\text{W/m}^2\text{k}$.

En el caso de suelo en contacto con el terreno se observa que si se realiza un aumento en el espesor del aislamiento, que es continuo en toda su superficie, se obtiene un valor de transmitancia térmica menor que en la vivienda actual. En la actual el coeficiente es igual a $0.50\text{W/m}^2\text{k}$ y en la reformada es igual a $0.44\text{W/m}^2\text{k}$.

La solución adoptada para la cubierta no consiste en ningún cambio o modificación de los espesores de las capas actuales, si no en un aumento de la cantidad de capas, ya que se ha cambiado de una cubierta plana no transitable a una azotea ajardinada. Este cambio se realiza para obtener mayor eficiencia, ya que con la tierra húmeda se consigue un buen aislamiento. Además se observa también un valor de transmitancia térmica menor, ya que el de la vivienda actual es igual a $0.3217\text{W/m}^2\text{k}$ y el de la reformada es igual a $0.2820\text{W/m}^2\text{k}$.

En el forjado que divide las dos viviendas únicamente se ha cambiado el tipo de suelo, se pasa de un gres porcelánico a un suelo cerámico con menor conductividad térmica, aunque no se consigue disminuir el coeficiente de transmitancia térmica. En la vivienda actual la transmitancia térmica es igual a $0.2979\text{W/m}^2\text{k}$ y en la reformada es $0.30\text{W/m}^2\text{k}$. A pesar de que la diferencia entre ambos coeficientes es insignificante se decide adoptar las medidas de reforma porque este tipo de pavimento permite poner suelo radiante, medida a través de la cual se ahorra en calefacción.

En los huecos hay tres tipos de ventanas que se diferencian por las dimensiones, pero todas son de Climalit 4+6+4 y marco de aluminio con rotura de puente térmico. Para obtener un mayor aislamiento se cambian las ventanas por Climalit Plus Planitherm 4+12+4 y marco de PVC con tres cámaras. Con esta mejora se obtiene para todas las ventanas un valor de transmitancia térmica menor en la vivienda reformada que en la actual. En la ventana tipo 1 el coeficiente en la reformada es igual a $1.4870\text{W/m}^2\text{k}$, mientras que en la actual es igual a $2.63\text{W/m}^2\text{k}$. En la ventana tipo 2 actual el coeficiente es igual a $2.68\text{W/m}^2\text{k}$ y en la reformada es igual a $1.5083\text{W/m}^2\text{k}$. Y por último, en la ventana tipo 3 el coeficiente en la actual es igual a $2.76\text{W/m}^2\text{k}$ y en la reformada es igual a $1.55\text{W/m}^2\text{k}$.

Para obtener una transmitancia térmica inferior en el cálculo del factor solar modificado de huecos se considera la colocación de toldos en las ventanas donde hay mayor incidencia de la radiación solar, por lo que se tiene en cuenta el valor más restrictivo en cada caso entre el toldo y la persiana para el factor de sombra. Hay que tener en cuenta que el toldo utilizado es de tejido opaco y tiene un ángulo de 45° . En los tres tipos de ventanas es más restrictivo el valor del toldo, por lo que se consigue una transmitancia inferior a la de la vivienda actual. En la ventana tipo 1 el valor de la vivienda actual es igual a 0.33 y en la reformada es igual a 0.23. En la ventana tipo 2 en la vivienda actual es igual a 0.309 y en la reformada es 0.23. Por último en la ventana tipo 3 se calcula el factor solar modificado de huecos sin tener en cuenta ni la persiana ni el toldo, ya que al ser la ventana del cuarto de baño y debido a la orientación, no hay ninguno de los dos elementos.

En la reforma que se le aplica a la vivienda para obtener una mejora se elimina el lucernario, puesto que así se evita la formación de condensaciones en el mismo.

Tras el análisis y las reformas adoptadas a los elementos estructurales también se deben realizar cambios en los sistemas de calefacción y refrigeración de la vivienda, así como adoptar medidas con las que conseguir un consumo cero.

Estas medidas consisten en realizar un cambio en los aparatos eléctricos y en los electrodomésticos para adquirir los que tienen mayor calificación, es decir lo que poseen la etiqueta con el marcado A, el marcado A+, el marcado A++ y el marcado A+++.

Todos los electrodomésticos llevan en su envase una etiqueta que informa al consumidor de su clasificación.



Figura 12: Etiqueta tipo de eficiencia energética.

Cada letra indica un porcentaje de consumo eléctrico, a mayor letra mayor es el consumo de energía, por lo que se produce un gasto mayor; a menor letra mayor será el ahorro.

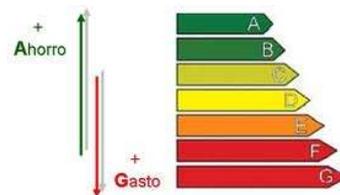


Figura 13: Balance de ahorro y gastos en función de la clasificación energética.

Clase energética	Consumo energético	Calificación
A	< 55 %	Bajo consumo de energía
B	55 - 75 %	
C	75 - 90 %	
D	95 - 100 %	Consumo de energía medio
E	100 - 110 %	
F	110 - 125%	Alto consumo de energía
G	> 125 %	

Figura 14: Porcentaje del consumo energético.

Además de las reformas o mejoras de los elementos estructurales también se considera necesario realizar algunos cambios en la distribución de la vivienda para poder conseguir que esta sea más estanca.

Los principales cambios consisten en introducir las escaleras de acceso a la vivienda en el interior de la misma, evitando que en la primera planta haya un contacto directo con el exterior, lugar por donde se puede producir una mayor fuga de calor, ya que este sólo tendría un obstáculo que le impidiera salir, la puerta de entrada. Con este cambio el acceso se hace desde el interior de la planta baja, por lo que se disminuye las pérdidas de calor.

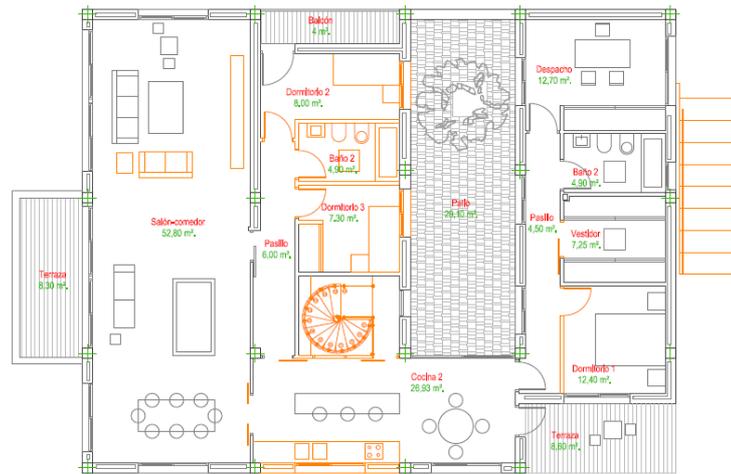
Otro cambio que sería importante realizar es eliminar el mirador/voladizo que había en la cocina, realizando un cerramiento continuo y evitando la deformación de la perfilería por el contacto con el aire.

A consecuencia de estos cambios principales se ha reubicado algunas de las estancias de la vivienda, no por ello se ha disminuido el número de estancias ni se ha cambiado el uso de las mismas, por lo que el programa de necesidades y la superficie de la vivienda es el mismo.

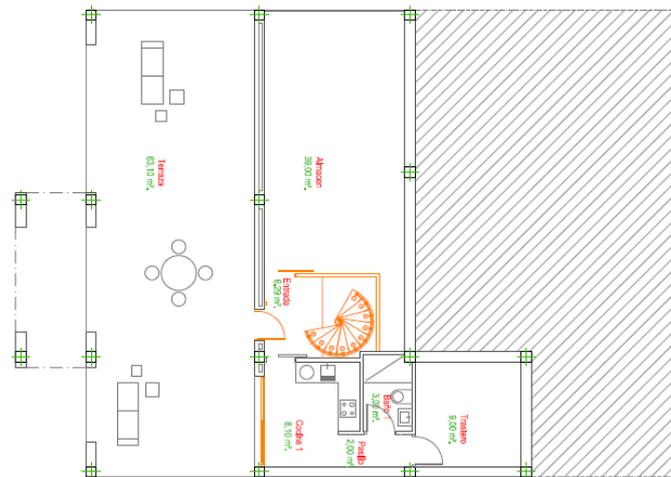
A continuación se muestran los planos de la vivienda, indicando en naranja las reformas realizadas.

Una vez aplicadas las reformas consideradas se comprueba que se obtienen valores de transmitancia térmica inferiores a los obtenidos en la vivienda actual, pero además se debe comprobar que la vivienda reformada cumple con el apartado "Limitaciones de demanda energética" especificado en el Documento Básico Ahorro de Energía, incluido en el CTE.

PLANTA PRIMERA



PLANTA BAJA



PLANTA CUBIERTA

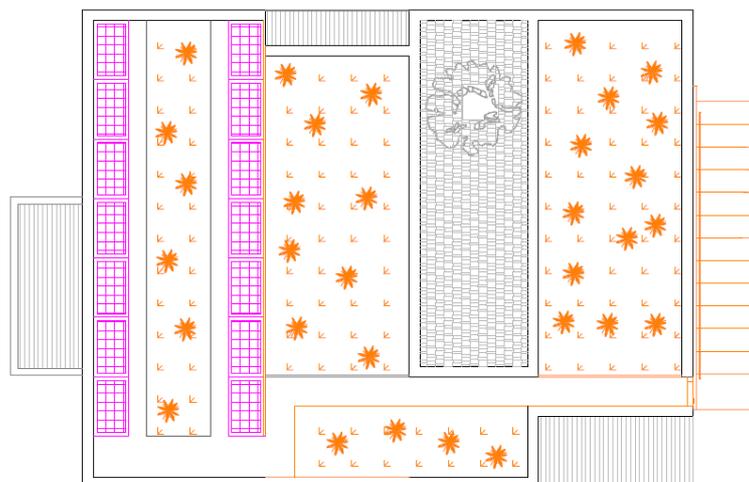


Figura 15: Distribución interior en las diferentes plantas.

4.1. CUMPLIMIENTO DEL CTE.

A la vivienda reformada se le puede aplicar el Documento Básico HE: Ahorro de energía porque sigue cumpliendo con la limitación de los huecos, ya que no se han realizado reformas en la situación de los mismos en la fachada, ni se han aumentado o disminuido de tamaño, además se ha mantenido la misma cantidad de huecos. Por otra parte se ha eliminado el lucernario, por lo que también cumple con la restricción del porcentaje de huecos en la cubierta.

Para este estudio la zona climática sigue siendo B3 y la clasificación de los diferentes espacios en la vivienda sigue siendo la misma.

4.1.1. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR.

Se calcula la transmitancia térmica, calculando anteriormente la resistencia térmica de cada capa en función de su espesor y de su conductividad térmica.

$$U = \frac{1}{RT} \quad ; \quad RT = \frac{e}{\lambda}$$

En primer lugar se analizan las fachadas, haciendo una comparativa de los cálculos obtenidos en los dos análisis.

FACHADA LADRILLO CARAVISTA

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m ² k/W)	U: Transmitancia térmica (W/m ² k)
Rse	-	-	0,13	-
R1: Caravista	0,114	0,8	0,1425	7,0175
R2: Cámara de aire	0,05	0,026	1,9231	0,52
R3: Poliestireno expandido	0,05	0,046	1,0870	0,92
R4: LH7	0,07	0,8	0,0875	11,4286
Rsi	-	-	0,04	-
ΣRT	3,4100			
U_T	0,2933			

Tabla 26: Cálculo de la transmitancia térmica del cerramiento de fachada.

$$U_T < U_{MAX} \rightarrow 0,2933 \text{ W/m}^2\text{k} < 1,07 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_T < U_{Mlim} \rightarrow 0,2933 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,82 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\text{REFORMADA: } 0.2933 \text{ W/m}^2\text{k} > \text{ACTUAL: } 0.5261 \text{ W/m}^2\text{k}$$

Tras la fachada se analiza la cubierta, haciendo también una comparativa entre los datos obtenidos en los dos análisis.

CUBIERTA AJARDINADA

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m^2k/W)	U: Transmitancia térmica (W/m^2k)
R_{se}	-	-	0,10	-
R1: Sustrato vegetal	0,1	0,52	0,1923	5,2
R2: Arena de río granulometría continua de 5mm	0,05	0,52	0,0962	10,4000
R3: Capa drenante de grava entre 20 y 50mm	0,06	0,60	0,1000	10
R4: Geotextil	0,002	0,050	0,0400	25
R5: Lámina de polietileno alta densidad de doble nódulo	0,015	1,30	0,0115	86,6667
R6: Geotextil	0,002	0,050	0,0400	25,0000
R7: Impermeabilización	0,002	0,230	0,0087	115,0000
R8: Mortero regularización (M1:6)	0,03	1,300	0,0231	43,3333
R9: Hormigón celular	0,05	0,090	0,5556	1,8000
R10: Aislamiento (panel de poliuretano)	0,03	0,029	1,0345	0,9667
R11: Forjado unidireccional	0,3	0,230	1,3043	0,7667
R_{si}	-	-	0,04	-

ΣRT	3,5462
U_T	0,2820

Tabla 27: Cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta.

$$U_T < U_{MAX} \rightarrow 0,2820 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,59 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_T < U_{Clim} \rightarrow 0,2820 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,45 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

REFORMADA: $0.2820 \text{ W/m}^2\text{k} > \text{ACTUAL: } 0.3217 \text{ W/m}^2\text{k}$

4.1.2. CERRAMIENTO EN CONTACTO CON EL TERRENO.

Se analiza el único cerramiento que hay en contacto con el terreno. En este caso los datos de la solera son:

- Para soleras con aislamiento continuo en toda la superficie $\rightarrow D \geq 1.5$
- Espesor y conductividad:

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	R_a ($\text{m}^2\text{k/W}$)
Poliestireno expandido	0,075	0,03	2,5

- Área y perímetro:

A (m^2)	P (m)	1/2P (m)	B' (m)
57,67	35,4	17,7	3,25819209

Con estos datos introducidos en la tabla proporcionada por el CTE obtenemos:

Tabla E.3 Transmitancia térmica U_s en $\text{W/m}^2 \text{K}$

B'	R_a	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D \geq 1.5 m				
		R_a ($\text{m}^2 \text{K/W}$)					R_a ($\text{m}^2 \text{K/W}$)					R_a ($\text{m}^2 \text{K/W}$)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥ 20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 28: Transmitancia térmica de la solera.

$$U_s < U_{MAX} \rightarrow 0,44 \text{ W/m}^2\text{k} < 1,07 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_s < U_{Mlim} \rightarrow 0,44 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,82 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

REFORMADA: $0.44 \text{ W/m}^2\text{k} > \text{ACTUAL: } 0.50 \text{ W/m}^2\text{k}$

4.1.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.

Igual como en la vivienda actual, en el estudio de la vivienda reformada únicamente se analiza la primera planta ya que la planta baja se considera también como espacio habitable únicamente en verano, por tanto no es necesario analizarlo.

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m^2k/W)	U: Transmitancia térmica (W/m^2k)
R_{si}	-	-	0,04	-
R1: Suelo cerámico	0,01	0,81	0,0123	81
R2: Mortero de cemento	0,03	1,40	0,0214	46,6667
R3: Aislamiento (poliuretano proyectado)	0,05	0,028	1,7857	0,56
R4: Forjado unidireccional	0,3	0,230	1,3043	0,7667
R_{se}	-	-	0,17	-

ΣRT	3,3338
U_T	0,3000

Tabla 29: Transmitancia térmica del forjado.

$$U_T < U_{MAX} \rightarrow 0,30 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,68 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_T < U_{clim} \rightarrow 0,30 \text{ W/m}^2\text{k} < 0,52 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\text{REFORMADA: } 0.30 \text{ W/m}^2\text{k} < \text{ACTUAL: } 0.297 \text{ W/m}^2\text{k}$$

4.1.4. HUECOS.

En este apartado únicamente se analizan los tres tipos diferentes de huecos, no se analizará el lucernario, ya que en la vivienda reformada se elimina.

VENTANA TIPO 1 (2,4X2,00) [SURESTE Y SUROESTE Y NOROESTE]

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m ² k/W)	Transmitancia térmica (W/m ² k)
U_{H,v}: Parte semitransparente (Climalit PLUS Planitherm 4+12+4)	0,02	1,4	0,0143	70,00
U_{H,m}: Marco ventana (PVC 3 cámaras)	0,058	1,8	0,0322	31,0345
Vidrio+marco	0,078	3	0,0260	38,4615

Ocupación marco metálico (m ²)	Tamaño total hueco (m ²)	FM: Fracción del hueco ocupada por el marco	FM
0,9502	4,37	0,2174	21,74%

U_H

1,4870

Tabla 30: Transmitancia térmica de la ventana tipo 1.

$$U_T < U_{MAX} \rightarrow 1,4870 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$U_T < U_{clim} \rightarrow 1,4870 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\text{REFORMADA: } 1.487\text{W/m}^2\text{k} < \text{ACTUAL: } 2.63\text{W/m}^2\text{k}$$

VENTANA TIPO 2 (1,20X2,00) [SURESTE]

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m^2k/W)	Transmitancia térmica (W/m^2k)
$U_{H,v}$: Parte semitransparente (Climalit PLUS Planitherm 4+12+4)	0,02	1,4	0,0143	70,0000
$U_{H,m}$: Marco ventana (PVC 3 cámaras)	0,058	1,8	0,0322	31,0345
Vidrio+marco	0,078	3	0,0260	38,4615

Ocupación marco metálico (m^2)	Tamaño total hueco (m^2)	FM: Fracción del hueco ocupada por el marco	FM
0,6498	2,4	0,2708	27,08%

U_H **1,5083**

Tabla 31: Transmitancia térmica de la ventana tipo 2.

$U_T < U_{MAX} \rightarrow 1,5083 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$

$U_T < U_{clim} \rightarrow 1,5083 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$

REFORMADA: $1.508 \text{ W/m}^2\text{k} < \text{ACTUAL: } 2.68 \text{ W/m}^2\text{k}$

VENTANA TIPO 3 (1,04X0,80) [NORESTE]

	e: Espesor (m)	λ : Conductividad térmica (W/mk)	Resistencia térmica (m^2k/W)	Transmitancia térmica (W/m^2k)
$U_{H,v}$: Parte semitransparente (Climalit PLUS Planitherm 4+12+4)	0,02	1,4	0,0143	70,0000
$U_{H,m}$: Marco ventana (PVC 3 cámaras)	0,058	1,8	0,0322	31,0345
Vidrio+marco	0,078	3	0,0260	38,4615

Ocupación marco metálico (m^2)	Tamaño total hueco (m^2)	FM: Fracción del hueco ocupada por el marco	FM
0,3142	0,8371	0,3753	37,53%

U_H **1,5501**

Tabla 32: Transmitancia térmica de la ventana tipo 3.

$U_T < U_{MAX} \rightarrow 1,5501 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$

$U_T < U_{clim} \rightarrow 1,5501 \text{ W/m}^2\text{k} < 5,70 \text{ W/m}^2\text{k} \rightarrow \text{CUMPLE}$

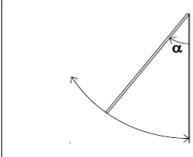
REFORMADA: $1.55 \text{ W/m}^2\text{k} < \text{ACTUAL: } 2.76 \text{ W/m}^2\text{k}$

4.1.5. FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS.

En este apartado se tiene en cuenta que en las ventanas con mayor incidencia de radiación solar se han colocado toldos de un color opaco y que forman un ángulo de 45° con el plano vertical de la fachada. Además las ventanas tipo 1 y tipo 2 tienen persianas para cubrir el hueco. Para la ventana tipo 3 el factor sombra será 1, ya que no tiene ni persiana ni toldo.

Para saber el coeficiente de factor sombra a aplicar a la fórmula se introducen los datos en las tablas que el CTE aporta.

Tabla E.14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos

	CASO A		Tejido opacos $\tau=0$		Tejidos translúcidos $\tau=0,2$	
	α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O	
	30	0,02	0,04	0,22	0,24	
	45	0,05	0,08	0,25	0,28	
	60	0,22	0,28	0,42	0,48	

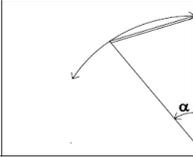
	CASO B			Tejido opacos $\tau=0$			Tejidos translúcidos $\tau=0,2$		
	α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O		
	30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87		
	45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60		
	60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48		

Tabla 33: Tabla de los valores de los elementos de sombra.

Con todos los datos se aplica la fórmula correspondiente al factor solar de sombra modificado para cada tipo de ventana.

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha]$$

VENTANA TIPO 1 (2,4X2,00) [SURESTE Y SUROESTE Y NOROESTE]

FS	SURESTE	0,3
	SUROESTE	0,3
	NORESTE	0,54
	NOROESTE	0,3
FM		21,74%
g		0,75
UM		31,03
α		0,2

Tabla 34: Cálculo del factor solar modificado de huecos de la ventana tipo 1.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO SURESTE	0,230060202
--	--------------------

$F_H < F_{lim} \rightarrow 0,23 < - \rightarrow$ Para este porcentaje de huecos el CTE no limita el factor solar modificado de huecos.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO SUROESTE	0,230060202
---	--------------------

$F_H < F_{lim} \rightarrow 0,23 < 0,59 \rightarrow$ **CUMPLE**

REFORMADA (SURESTE): 0.23 < ACTUAL: 0.33
REFORMADA (SUROESTE): 0.23 < ACTUAL: 0.33

VENTANA TIPO 2 (1,20X2,00) [SURESTE]

FS	SURESTE	0,3
FM		27,08%
g		0,75
UM		31,03
α		0,2

Tabla 35: Cálculo del factor solar modificado de huecos de la ventana tipo 2.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO	0,231303141
--	--------------------

$F_H < F_{hlim} \rightarrow 0,2313 < - \rightarrow$ Para este porcentaje de huecos el CTE no limita el factor solar modificado de huecos.

REFORMADA: 0.2313 < ACTUAL: 0.30

VENTANA TIPO 3 (1,04X0,80) [NORESTE]

FS		1
FM		37,53%
g		0,75
UM		31,03
α		0,2

Tabla 36: Cálculo del factor solar modificado de huecos de la ventana tipo 3.

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO	0,561702983
--	--------------------

$F_H < F_{hlim} \rightarrow 0,56 < - \rightarrow$ Para este porcentaje de huecos el CTE no limita el factor solar modificado de huecos.

REFORMADA: 0.56 > ACTUAL: 0.48

4.1.6. CONDENSACIONES.

De los cálculos realizados para la vivienda actual se conocen los datos correspondientes a la localidad, Llíria y a la provincia, Valencia.

Datos:

· Valencia:

Presión de saturación= 656.5843Pa

Pe= 413.6481Pa

· Llíria:

Presión de saturación= 656.5843Pa

Humedad relativa= 63%

Pe=413.6481Pa

Con estos datos se calculan las condensaciones superficiales e intersticiales que se producen en la vivienda reformada.

4.1.6.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES.

Para poder calcular este tipo de condensaciones se toman las mismas temperaturas que en el análisis anterior, la temperatura exterior serán 20°C, mientras que la interior será de 8.5°C.

1. *Factor temperatura superficial interior del cerramiento de fachada.*

$$frsi = 1 - U \cdot 0.25$$

$$frsi = 1 - 0.2933 \cdot 0.25 = 0.9266$$

2. *Factor temperatura superficie interior de la cubierta:*

$$frsi = 1 - U \cdot 0.25$$

$$frsi = 1 - 0.2820 \cdot 0.25 = 0.9295$$

3. *Factor temperatura superficial interior en forjado:*

$$frsi = 1 - U \cdot 0.25$$

$$frsi = 1 - 0.30 \cdot 0.25 = 0.925$$

4. *Factor temperatura superficie interior de los cerramientos de fachada y de cubierta mínimo:*

$$frsi, \min = \frac{\theta_{si, \min} - \theta_e}{20 - \theta_e} \quad (1)$$

θ_e : temperatura exterior en Llíria en el mes de enero.

$\theta_{si, \min}$: temperatura superficial interior mínima.

$$\theta_{si, min} = (237.3 \cdot \log_e\left(\frac{P_{sat}}{610.5}\right)) / (17.269 - \log_e\left(\frac{P_{sat}}{610.5}\right)) \quad (2)$$

Psat: Presión de saturación máxima.

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0.8} \quad (3)$$

Pi: Presión de vapor interior.

$$P_i = \Phi_i \cdot 2337 \rightarrow \text{donde } \Phi_i = 55\%$$

$$P_i = 0.55 \cdot 2337 = 1285.6875$$

$$(3) P_{sat} = \frac{1285.6875}{0.8} = 1606.6875 \text{ Pa}$$

$$(2) \theta_{si, min} = (237.3 \cdot \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) / (17.269 - \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) = 14.0861$$

$$(1) f_{rsi, min} = \frac{14.0861 - 8.5}{20 - 8.5} = 0.48575 \rightarrow \text{Este valor es el factor temperatura interior mínimo, y debe ser menor que el factor temperatura de la superficie interior calculado para la fachada y la cubierta.}$$

5. *Factor temperatura superficie interior de los cerramientos de forjado mínimo:*

$$P_i = \Phi_i \cdot 2337 \rightarrow \text{donde } \Phi_i = 55\%$$

$$P_i = 0.55 \cdot 2337 = 1285.6875$$

$$P_{sat} = \frac{1285.6875}{0.8} = 1606.6875 \text{ Pa}$$

$$\theta_{si, min} = (237.3 \cdot \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) / (17.269 - \log_e\left(\frac{1606.6875}{610.5}\right)) = 14.0861$$

$$f_{rsi, min} = \frac{14.0861 - 9.2}{20 - 9.2} = 0.4524 \rightarrow \text{Este valor es el factor temperatura interior mínimo, y debe ser menor que el factor temperatura de la superficie interior calculado para la fachada y la cubierta.}$$

4.1.6.2. CONDENSACIONES INTERSTICIALES.

- CERRAMIENTO DE FACHADA.

1. *Resistencia térmica total del cerramiento:* $R_T = 3.41 \text{ m}^2\text{k/W}$
2. *Temperatura superficial exterior:*

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

θ_e : temperatura exterior de Llíria

θ_i : temperatura interior

R_T : resistencia total

R_{se} : resistencia térmica superficial del aire exterior

$$\theta_{se} = 8.5 + \frac{0.13}{3.41} \cdot (20 - 8.5) = 8.93^\circ\text{C}$$

3. Temperatura en cada una de las capas:

Ladrillo caravista $\rightarrow \theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$

θ_{se} : temperatura superficial exterior

R_1 : Resistencias térmicas de cada capa ($\text{m}^2\text{K/W}$)

$$\theta_1 = 8.93 + \frac{0.1425}{3.41} \cdot (20 - 8.5) = 9.41^\circ\text{C}$$

Cámara de aire $\rightarrow \theta_2 = 9.41 + \frac{1.9231}{3.41} \cdot (20 - 8.5) = 15.89^\circ\text{C}$

Poliestireno expandido $\rightarrow \theta_3 = 15.89 + \frac{1.0870}{3.41} \cdot (20 - 8.5) = 19.55^\circ\text{C}$

LH7 $\rightarrow \theta_4 = 19.55 + \frac{0.0875}{3.41} \cdot (20 - 8.5) = 19.84^\circ\text{C}$

Interior $\rightarrow \theta_5 = 19.84 + \frac{0.04}{3.41} \cdot (20 - 8.5) = 19.97^\circ\text{C} \approx 20^\circ\text{C}$

4. Distribución de presión de vapor en cada capa:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e)$$

P_i : Presión de vapor de aire interior (Pa).

P_e : Presión de vapor de aire exterior (Pa).

P_1 : Presión de vapor en cada capa (Pa).

S_{d1} : Espesor del aire equivalente de cada capa (m).

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$$

e_n : espesor de la capa (m)

μ_n : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

$$P_i = \Phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i) \quad (1)$$

$$P_e = \Phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) \quad (2)$$

Φ_i : Humedad relativa del ambiente interior (en tanto por 1).

Φ_e : Humedad relativa del ambiente exterior (en tanto por 1).

$$(1) P_i = 0.55 \cdot 2337 = 1285.6875 \text{ (Pa)}$$

$$(2) P_e = 0.63 \cdot 656.5843 = 413.648109 \text{ (Pa)}$$

Ladrillo caravista $\rightarrow Sd1 = 0.114 \cdot 10 = 1.14$

$$P1 = 413.648109 + \frac{1.14}{1.94} (1285.6875 - 413.648109) = 926.0836 \text{ Pa}$$

Cámara de aire $\rightarrow Sd2 = 0.05 \cdot 1 = 0.05$

$$P2 = 926.0836 + \frac{0.05}{1.94} (1285.6875 - 413.648109) = 948.5588 \text{ Pa}$$

Poliestireno expandido $\rightarrow Sd3 = 0.05 \cdot 1 = 0.05$

$$P3 = 948.5588 + \frac{0.05}{1.94} (1285.6875 - 413.648109) = 971.034 \text{ Pa}$$

LH-7 $\rightarrow Sd4 = 0.07 \cdot 10 = 0.7$

$$P4 = 971.034 + \frac{0.7}{1.94} (1285.6875 - 413.648109) = 1285.6875 \text{ Pa}$$

- CUBIERTA:

1. Resistencia térmica total de la cubierta: $R_T = 3.5462 \text{ m}^2\text{k/W}$
2. Temperatura superficial exterior:

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_{se} = 8.5 + \frac{0.10}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 8.824^\circ\text{C}$$

3. Temperatura en cada una de las capas:

Sustrato vegetal $\rightarrow \vartheta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$

$$\vartheta_1 = 8.824 + \frac{0.1923}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 9.44^\circ\text{C}$$

Arena de río $\rightarrow \vartheta_2 = 9.44 + \frac{0.0962}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 9.75^\circ\text{C}$

Capa drenante $\rightarrow \vartheta_3 = 9.75 + \frac{0.1}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 10.07^\circ\text{C}$

Geotextil $\rightarrow \vartheta_4 = 10.07 + \frac{0.04}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 10.19^\circ\text{C}$

Lámina polietileno alta densidad $\rightarrow \vartheta_5 = 10.19 + \frac{0.0115}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 10.22^\circ\text{C}$

Geotextil $\rightarrow \vartheta_6 = 10.22 + \frac{0.04}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 10.34^\circ\text{C}$

Impermeabilización $\rightarrow \vartheta_7 = 10.34 + \frac{0.0087}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 10.36^\circ\text{C}$

$$\text{Mortero regularización} \rightarrow \vartheta_8 = 10.36 + \frac{0.0231}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 10.43^\circ\text{C}$$

$$\text{Hormigón celular} \rightarrow \vartheta_9 = 10.43 + \frac{0.5556}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 12.23^\circ\text{C}$$

$$\text{Aislamiento} \rightarrow \vartheta_{10} = 12.23 + \frac{1.0345}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 15.58^\circ\text{C}$$

$$\text{Forjado} \rightarrow \vartheta_{11} = 15.58 + \frac{1.3043}{3.5462} \cdot (20 - 8.5) = 19.80^\circ\text{C} \approx 20^\circ\text{C}$$

4. Distribución de presión en cada capa:

$$\text{Sustrato vegetal} \rightarrow Sd1 = 0.1 \cdot 1 = 0.1$$

$$P1 = 413.648109 + \frac{0.1}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 416.1919\text{Pa}$$

$$\text{Arena de río} \rightarrow Sd2 = 0.05 \cdot 50 = 2.5$$

$$P2 = 416.1919 + \frac{2.5}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 479.788\text{Pa}$$

$$\text{Capa drenante} \rightarrow Sd3 = 0.06 \cdot 50 = 3$$

$$P3 = 479.788 + \frac{3}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 556.104\text{Pa}$$

$$\text{Geotextil} \rightarrow Sd4 = 0.002 \cdot 50 = 0.1$$

$$P4 = 556.104 + \frac{0.1}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 558.647\text{Pa}$$

$$\text{Lámina polietileno alta densidad} \rightarrow Sd5 = 0.015 \cdot 100 = 1.5$$

$$P5 = 558.647 + \frac{1.5}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 596.805\text{Pa}$$

$$\text{Geotextil} \rightarrow Sd6 = 0.002 \cdot 50 = 0.1$$

$$P6 = 596.805 + \frac{0.1}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 599.348\text{Pa}$$

$$\text{Impermeabilización} \rightarrow Sd7 = 0.002 \cdot 10000 = 20$$

$$P7 = 599.348 + \frac{20}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 1108.12\text{Pa}$$

$$\text{Mortero regularización} \rightarrow Sd8 = 0.03 \cdot 10 = 0.3$$

$$P8 = 1108.12 + \frac{0.3}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 1115.75\text{Pa}$$

Hormigón celular $\rightarrow Sd9 = 0.05 \cdot 70 = 3.5$

$$P9 = 1115.75 + \frac{3.5}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 1204.78 \text{ Pa}$$

Aislamiento $\rightarrow Sd10 = 0.03 \cdot 6 = 0.18$

$$P10 = 1204.78 + \frac{0.18}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 1209.35 \text{ Pa}$$

Forjado $\rightarrow Sd11 = 0.3 \cdot 10 = 3$

$$P11 = 1209.35 + \frac{3}{34.28} (1285.6875 - 413.648109) = 1285.68 \text{ Pa}$$

- FORJADO:

En este caso no se toma como temperatura exterior 8.5°C , porque en la PB no hará la misma temperatura que en el exterior, ya que la vivienda está envuelta por cerramientos. Por tanto, se toma como temperatura exterior 9.2°C .

1. Resistencia térmica total del forjado: $R_T = 3.3338 \text{ m}^2\text{k/W}$
2. Temperatura superficial exterior:

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

θ_e : temperatura exterior: 9.2°C

$$\theta_{se} = 9.2 + \frac{0.17}{3.3338} \cdot (20 - 9.2) = 9.75^\circ\text{C}$$

3. Temperatura en cada una de las capas:

$$\text{Forjado} \rightarrow \theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_1 = 9.75 + \frac{1.3043}{3.3338} (20 - 9.2) = 13.97^\circ\text{C}$$

$$\text{Aislamiento (poliuretano proyectado)} \rightarrow \theta_2 = 13.97 + \frac{1.7857}{3.3338} (20 - 9.2) = 19.75^\circ\text{C}$$

$$\text{Mortero de cemento} \rightarrow \theta_3 = 19.75 + \frac{0.0308}{3.3338} (20 - 9.2) = 19.84^\circ\text{C}$$

$$\text{Suelo cerámico} \rightarrow \theta_4 = 19.84 + \frac{0.0108}{3.3338} (20 - 9.2) = 19.87^\circ\text{C}$$

$$\text{Interior} \rightarrow \theta_5 = 19.87 + \frac{0.04}{3.3338} (20 - 9.2) = 20^\circ\text{C}$$

4. Distribución de presión en cada capa:

$$\text{Forjado} \rightarrow Sd1 = 0.3 \cdot 10 = 3$$

$$P1 = 413.648109 + \frac{3}{3.9}(1285.6875 - 413.648109) = 1084.44\text{Pa}$$

Aislamiento (poliuretano proyectado) $\rightarrow Sd2 = 0.05 \cdot 6 = 0.3$

$$P2 = 1084.44 + \frac{0.3}{3.9}(1285.6875 - 413.648109) = 1151.519\text{Pa}$$

Mortero $\rightarrow Sd3 = 0.03 \cdot 10 = 0.3$

$$P3 = 1151.519 + \frac{0.3}{3.9}(1285.6875 - 413.648109) = 1218.598\text{Pa}$$

Suelo cerámico $\rightarrow Sd4 = 0.01 \cdot 30 = 0.3$

$$P4 = 1218.598 + \frac{0.3}{3.9}(1285.6875 - 413.648109) = 1285.68\text{Pa}$$

4.2. FICHAS JUSTIFICATIVAS.

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
----------------	----	------------------------------	----------------------------

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
N	FACHADA	39.90	0.2933	11.702	$\Sigma A = 39.90$ $\Sigma A \cdot U = 11.702$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.2933$
E					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
O					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
S	FACHADA	50.92	0.2933	14.934	$\Sigma A = 50.92$ $\Sigma A \cdot U = 14.934$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.2933$
SE	FACHADA	64.60	0.2933	18.947	$\Sigma A = 64.60$ $\Sigma A \cdot U = 18.947$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.2933$
SO	FACHADA	19.38	0.2933	5.6841	$\Sigma A = 50.6$ $\Sigma A \cdot U = 14.8409$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.2933$
		30.02	0.2933	8.804	
		1.2	0.2933	0.351	
C-TER					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

SUELOS (U_{Sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
EN CONTACTO TERRENO		57.67	0.44	25.3748	$\Sigma A = 209.36$ $\Sigma A \cdot U = 70.88$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.338$
FORJADO		151.69	0.30	45.507	

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} , F_{Lm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
AJARDINADA		159.64	0.2820	45.018	$\Sigma A = 159.64$ $\Sigma A \cdot U = 45.018$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.2820$

Tipos		A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados	Tipos
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>	

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
----------------	----	------------------------------	----------------------------

HUECOS (U_{Hm} , F_{Hm})								
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)		Resultados		
Z	TIPO 3	0.8371	1.5501	1.2975		$\Sigma A =$	5.2071	
	TIPO 1	4.37	1.4870	6.4981		$\Sigma A \cdot U =$	7.9072	
						$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	1.5685	
Tipos		A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados	Tipos
E							$\Sigma A =$	
							$\Sigma A \cdot U =$	
							$\Sigma A \cdot F =$	
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$		
O							$\Sigma A =$	
							$\Sigma A \cdot U =$	
							$\Sigma A \cdot F =$	
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$		
S	TIPO 1	4.37	1.487	0.23	6.4981	1.0051	$\Sigma A =$	21.85
	TIPO 1	4.37	1.487	0.23	6.4981	1.0051	$\Sigma A \cdot U =$	32.4909
	TIPO 1	4.37	1.487	0.23	6.4981	1.0051	$\Sigma A \cdot F =$	5.0255
	TIPO 1	4.37	1.487	0.23	6.4981	1.0051	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	1.487
	TIPO 1	4.37	1.487	0.23	6.4981	1.0051	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0.23
SE	TIPO 2	2.4	1.5083	0.2313	3.6199	0.55512	$\Sigma A =$	11.57
	TIPO 2	2.4	1.5083	0.2313	3.6199	0.55512	$\Sigma A \cdot U =$	17.3278
	TIPO 2	2.4	1.5083	0.2313	3.6199	0.55512	$\Sigma A \cdot F =$	2.6686
	TIPO 1	4.37	1.487	0.23	6.4981	1.0051	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0.2306
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0.2306
SO	TIPO 1	4.37	1.487	0.23	6.4981	1.0051	$\Sigma A =$	4.37
							$\Sigma A \cdot U =$	6.4981
							$\Sigma A \cdot F =$	1.0051
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	1.487
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0.23

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna X	Zona de alta carga interna
----------------	----	------------------------------	----------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\max(\text{proyecto})}^{(1)}$	$U_{\max}^{(2)}$
Muros de fachada	0.2933	1.07
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.44	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	-	
Suelos	0.30	0.68
Cubiertas	0.2820	0.59
Vidrios de huecos y lucernarios	2.42	5.70
Marcos de huecos y lucernarios	2.42	5.70
Medianerías	-	-
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	-	1,2W/m2

MUROS DE FACHADA		
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0.2933	0.82
E	-	
O	-	
S	0.2933	
SE	0.2933	
SO	0.2933	

HUECOS Y LUCERNARIOS					
	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$		$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
	1.5686	5.70		-	-
	-	-		-	-
	-	-		-	-
	1.48	5.70		0.23	-
	0.2306	5.70		0.2306	0.59
	1.0051	5.70		0.23	0.59

CERR. CONTACTO TERRENO	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
-	-

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0.3385	0.52

CUBIERTAS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
0.2820	0.45

LUCERNARIOS	
F_{Lm}	F_{Llim}
-	-

(1) $U_{\max(\text{proyecto})}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U_{\max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, $U_{\max(\text{proyecto})}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD-Condensaciones

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1/8	Capa 2/9	Capa 3/10	Capa 4/11	Capa 5	Capa 6	Capa 7
FACHADA	f_{Rsi}	0.9266	$P_{sat,n}$	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68			
	f_{Rmin}	0.4875	P_n	926.083	948.558	971.034	1285.68			
CUBIERTA	f_{Rsi}	0.9255	$P_{sat,n}$	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68
	f_{Rmin}	0.4875	P_n	416.19	479.78	556.104	558.647	596.805	599.348	1108.12
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68			
	f_{Rmin}		P_n	1115.75	1204.78	1209.35	1285.68			
FORJADO	f_{Rsi}	0.925	$P_{sat,n}$	1606.68	1606.68	1606.68	1606.68			
	f_{Rmin}	0.4524	P_n	1088.44	1151.51	1218.59	1285.68			
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							

4.3. COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO.

Una vez realizado el estudio de la vivienda con las reformas a aplicar para obtener un mejor coeficiente de transmitancia térmica y mejor consumo de energía, se comprueba que en la vivienda reformada también se produce un flujo de calor del interior de la vivienda hacia el exterior.

Realizando una comparación entre las dos viviendas se observa que el flujo de calor en el cerramiento de fachada es menos perjudicial en el caso de la vivienda reformada, ya que se mantiene el calor en las capas interiores del cerramiento, en el ladrillo hueco de 7 y en el aislamiento, hecho que ayuda a mantener el calor en la vivienda.

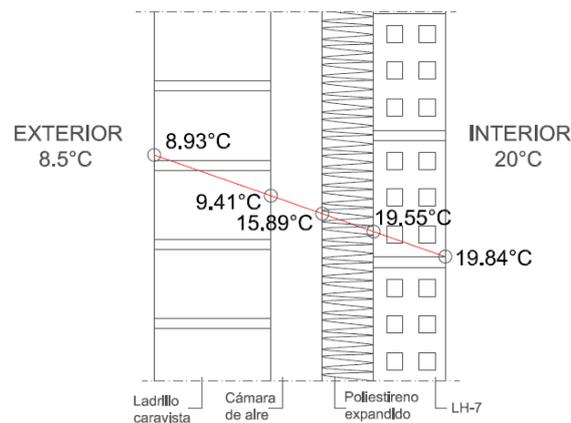


Figura 16: Flujo de calor a través de las diferentes capas que forman la fachada.

Una vez conocido el comportamiento energético del elemento estructural se calcula el caudal de calor que se pierde a través de la diferencia de temperaturas entre capas.

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$Q = \frac{\Delta T}{RT} \rightarrow Q = \frac{20 - 8.5}{3.24} = 3.55 \text{ W/m}^2$$

	R_T: Resistencia térmica (m²k/W)	ΔT: Variación temperatura (°C)	Temperatura en las diferentes capas (°C)	Q: Caudal (W/m²)
Caravista	0,1425	0,48	8,93	3,55
Cámara de aire	1,9231	6,48	9,41	3,55
Poliestireno expandido	1,0870	3,66	15,89	3,55
LH7	0,0875	0,45	19,55	3,55
RT_{TOTAL}	3,2400			

Tabla 37: Cálculo del caudal de calor en el cerramiento de fachada.

Comparando los dos caudales se observa que en la casa reformada el caudal es menor que en la casa actual, se pasa de un caudal de 6.04W/m^2 a 3.55W/m^2 , por tanto, se reduce el caudal de calor casi a la mitad.

Al analizar la cubierta, se observa que al cambiar la tipología de cubierta y en la vivienda reformada construir una cubierta ajardinada se consigue que el calor permanezca en las capas más cercanas a la vivienda, en el forjado, en el aislamiento y en el hormigón celular, hecho que ayuda a conservar el calor.

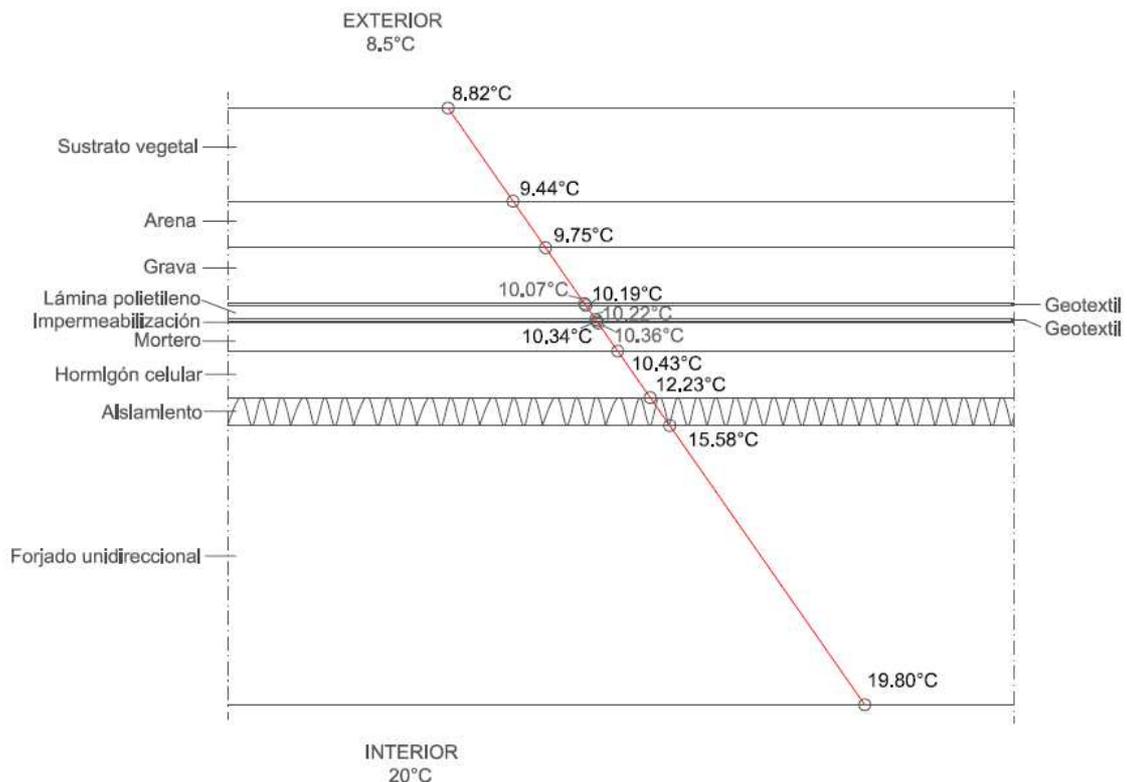


Figura 17: Flujo de calor a través de las diferentes capas que forman la cubierta.

Una vez conocido el comportamiento energético de la cubierta se calcula el caudal de calor que se pierde a través de las diferentes capas. En este caso no se reduce notablemente el caudal con respecto al caudal de la vivienda actual, pero se consigue una mejora.

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$Q = \frac{\Delta T}{RT} \rightarrow Q = \frac{20 - 8.5}{3.4062} = 3.37\text{W/m}^2$$

	R_T: Resistencia térmica (m²k/W)	ΔT: Variación temperatura (°C)	Temperatura en las diferentes capas (°C)	Q: Caudal (W/m²)
R1: Sustrato vegetal	0,1923	0,62	8,82	3,38
R2: Arena de río granulometría continua de 5mm	0,0962	0,31	9,44	3,38
R3: Capa drenante de grava entre 20 y 50mm	0,1000	0,32	9,75	3,38
R4: Geotextil	0,0400	0,12	10,07	3,38
R5: Lámina de polietileno alta densidad de doble nódulo	0,0115	0,03	10,19	3,38
R6: Geotextil	0,0400	0,12	10,22	3,38
R7: Impermeabilización	0,0087	0,02	10,34	3,38
R8: Mortero regularización (M1:6)	0,0231	0,07	10,36	3,38
R9: Hormigón celular	0,5556	1,8	10,43	3,38
R10: Aislamiento (panel de poliuretano)	1,0345	3,35	12,23	3,38
R11: Forjado unidireccional: viguetas prefabricadas, bovedillas de cemento	1,3043	4,42	15,58	3,38

RT_{TOTAL}	3,4062
---------------------------	---------------

Tabla 38: Cálculo del caudal de calor en la cubierta.

Por último, se calcula el caudal del forjado que divide las dos plantas. En el análisis se observa que no se ha producido ninguna mejora, en ambos casos se produce flujo del calor consiguiendo que este permanezca en las capas más cercanas a la planta habitable de la vivienda. Además, se observa que el caudal es el mismo en ambos casos, por lo que no se ha obtenido una gran mejoría en este cambio, pero se realiza

para poder colocar como método de calefacción el suelo radiante, ya que el gres porcelánico no es un buen sistema para que el suelo radiante funcione eficientemente.

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$Q = \frac{\Delta T}{RT} \rightarrow Q = \frac{20 - 9.2}{3.1238} = 3.45 \text{ W/m}^2$$

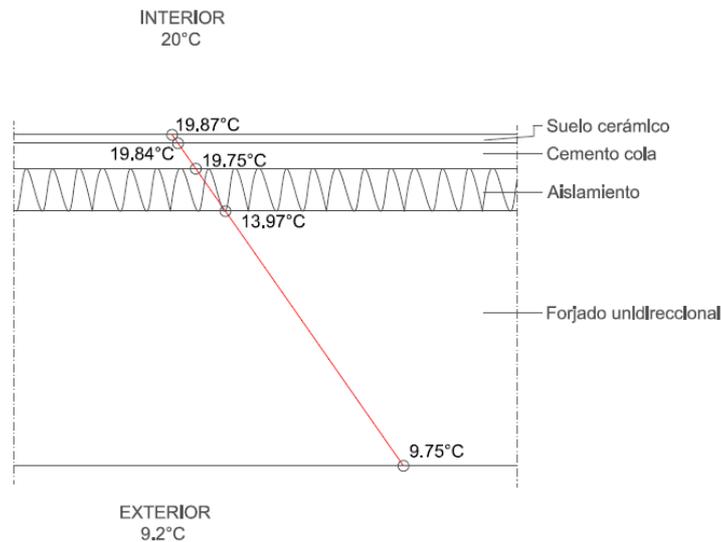


Figura 18: Flujo de calor a través de las diferentes capas que forman el forjado.

	R_T : Resistencia térmica ($\text{m}^2\text{k/W}$)	ΔT : Variación temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura en las diferentes capas ($^{\circ}\text{C}$)	Q: Caudal (W/m^2)
Suelo cerámico	0,0123	0,16	19,84	3,45
Mortero de cemento	0,0214	0,09	19,75	3,45
Aislamiento (poliuretano proyectado)	1,7857	5,78	13,97	3,45
Forjado unidireccional: viguetas prefabricadas, bovedilla de cemento	1,3043	4,22	9,75	3,45
RT_{TOTAL}	3,1238			

Tabla 39: Cálculo del caudal de calor a través del forjado.

4.4. MEDIDAS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA.

En el estudio realizado a la vivienda se observa que se le pueden aplicar, además de las reformas estructurales, una serie de medidas que permitan incrementar su eficiencia energética y conseguir grandes ahorros de energía; para ello hay tres campos de intervención que permiten conseguirlo: los hábitos de consumo, la gestión y las medidas tecnológicas.

- Los hábitos de consumo son las medidas más baratas en cuanto a su aplicación, pero las más complicadas, ya que los usuarios de la vivienda deben de cambiar sus hábitos para intentar consumir la menor cantidad de energía posible. Esto se consigue con un uso adecuado de la calefacción para conseguir el confort que el ser humano necesita, uso de la iluminación necesaria en cada zona de la vivienda, realizar una correcta ventilación de la casa sin permitir pérdidas de calor, entre otras acciones.

- La gestión. Se deben de buscar medidas que permitan conseguir un ahorro económico en la factura de los elementos que forman parte de la instalación de la vivienda.

- Las medidas tecnológicas. Se deben aplicar mejoras tecnológicas cuyo periodo de amortización sea rentable. Aunque en el momento de la instalación supongan un gran desembolso económico, con el paso del tiempo y tras su amortización, permitirán un ahorro económico a los usuarios de la vivienda.

La combinación de las reformas y de estos tres campos de intervención permite obtener los mejores resultados.

Para poder llevar a cabo la intervención en estos tres campos se propone cambiar el sistema de calefacción y aire acondicionado de que dispone la vivienda actual, ya que la calefacción se consigue a base de elementos complementarios como son las estufas, y la refrigeración a través de un sistema de refrigeración centralizado integrado en la vivienda.

En primer lugar se ha realizado un estudio para la colocación de placas fotovoltaicas que permiten obtener electricidad, que almacenada en baterías sirve para calentar el agua que contiene la caldera, para poder distribuirla posteriormente mediante dos circuitos diferentes, un circuito para el ACS y otro para la calefacción por suelo radiante. Se debe tener en cuenta que cuando las baterías tengan un nivel de carga inferior al 25% se conectarán con el sistema eléctrico, para garantizar en los periodos nubosos la utilización de agua caliente.

De esta manera se consigue utilizar la energía renovable del Sol para obtener calefacción y ACS, disminuyendo el gasto del consumo de la factura eléctrica.

Aunque la instalación de las placas fotovoltaicas suponga un desembolso económico importante, a largo plazo durante su vida útil, se amortizan, ya que se les va a dar un uso importante.

Para conocer la potencia que deben tener las placas fotovoltaicas primero se calcula la potencia que debe tener la caldera, para ello se miden los metros cuadrados de suelo que ocupa la zona que se quiere calefactar con suelo radiante, que son 147.68m². Estos cálculos siempre se deben hacer al alza para asegurar que se va a abastecer adecuadamente, por tanto se cuenta que la vivienda dispone de 150m², lo que equivale a 15kW de potencia.

En la elección de la caldera entre los diferentes proveedores se necesita conocer las kilocalorías que se necesitan, por lo que se pasa de kW a Kcal, sabiendo que 1kW son 860Kcal:

Con este dato se busca en el mercado una caldera que cubra nuestra necesidad, por lo que se decide colocar una caldera mixta de la marca Gabarrón, modelo CMX-15, con la que se obtiene 15kW de potencia y 12.900kcal/h.



		CMX15 CMX15P												
Potencia	kW	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	-
	kcal/h	2580	3440	4300	5160	6020	6880	7740	8600	9460	10320	11180	12900	-
3x400 V+N~	A	13.0	8.7	13.0	8.7	13.0	13.0	13.0	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	-
*Intensidad 230 V~	A	13.0	17.4	21.7	26.1	30.4	34.8	39.1	43.5	47.8	52.2	Consulta	Consulta	-
**Tiempo disponer A.C.S	min	29'04"	21'48"	17'26"	14'32"	12'27"	10'54"	9'41"	8'43"	7'56"	7'16"	6'42"	5'49"	-

Figura 19: Características caldera CMX-15 marca Gabarrón.

Una vez obtenidos los datos de la caldera se buscan placas fotovoltaicas que cubran estas necesidades, 15kW de potencia mínimo, por lo que se busca entre los fabricantes y se decide instalar 14 paneles de 260W/24v monocristalino, de medidas 160cmx105cmx4cm.

La decisión de utilizar 14 paneles es por facilitar la situación localizada de los paneles en la cubierta.



Figura 20: Características de las placas fotovoltaicas.

Una vez elegidas las placas fotovoltaicas que aportan energía para calentar el agua de la caldera se busca el tipo de suelo radiante que se quiere instalar. Se opta por la marca Polytherm, teniendo en cuenta que se necesita calefacción en 147.68m^2 .

Aunque esta inversión sea notable se considera oportuno colocar suelo radiante porque es la calefacción más próxima a la situación ideal, ya que en poco tiempo se consigue calor.

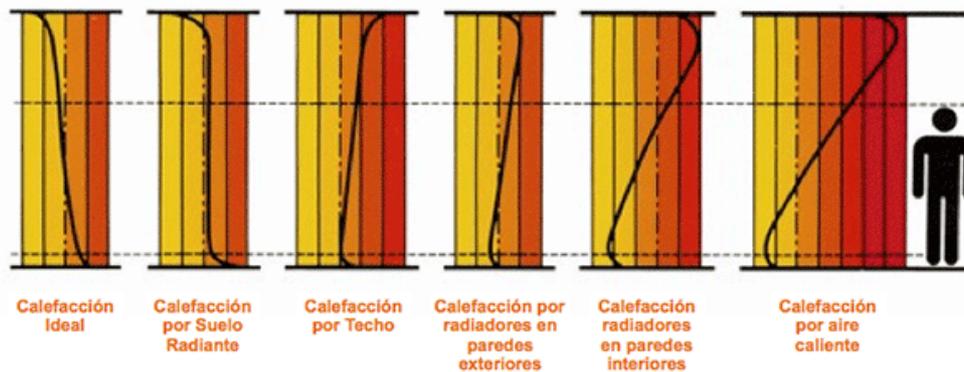


Figura 21: Esquema de los diferentes sistemas de calefacción.

Como sistema de refrigeración se dispone la utilización de splits. Aunque lo ideal sería utilizar splits únicamente de aire frío se decide colocar splits que realicen las dos funciones, ya que así se puede tener calefacción en el caso de que se produzca una rotura en la caldera o en el suelo radiante.

Para elegir la potencia que deben tener los splits y el número de aparatos a instalar en cada estancia se contempla la tabla facilitada por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de energía).

Superficie a refrigerar en m ²	Potencia refrigerante en kW
9-15	1,5
15-20	1,8
20-25	2,1
25-30	2,4
30-35	2,7
35-40	3
40-50	3,6
50-60	4,2

Tabla 40: Tabla orientativa para elegir la potencia de refrigeración.

Se comprueba la superficie de cada una de las estancias, y en función de este parámetro se determina los elementos a instalar.

Comedor: 26.4m² → 1 aparato de 2.4kW

Dormitorio 2: 8m² → 1 aparato de 1.5kW

Dormitorio 3: 7.30m² → 1 aparato de 1.5kW

Cocina: 26.93m² → 1 aparato de 2.4kW

La decisión de las estancias dónde se debe instalar los splits se determina en función de la orientación de la vivienda y de cada una de las estancias dentro de la vivienda.

Al buscar los splits, así como los diferentes electrodomésticos se decide instalar los que poseen clasificación energética A, A+, A++ o A+++. Aunque sean electrodomésticos más caros en el momento de compra nos permiten obtener un ahorro en la factura eléctrica.

Para poder saber que splits adquirir se deben conocer las frigorías que se necesitan en cada uno, se eligen entre las diferentes marcas los splits que más se adaptan a las necesidades de la vivienda.

En este caso se eligen dos split de clasificación energética A en refrigeración en calefacción de 1505 frigorías/h, y dos splits de clasificación energética A en calefacción y refrigeración, de 2.150 frigorías, con lo que sabiendo que 1 frigoría son 1,163W calculamos:

$$2.150 \text{frigorías} \times \frac{1,163 \text{W}}{1 \text{frigoría}} = 2.500 \text{W} \rightarrow 2,5 \text{kW}$$

$$1.505 \text{frigorías} \times \frac{1,163 \text{W}}{1 \text{frigoría}} = 1750,31 \text{W} \rightarrow 1,7 \text{kW}$$

Por tanto se deben colocar 2 splits de 2,5kW para cubrir la necesidad de 2,4kW en el comedor y la cocina, y 2 splits de 1,7kW para cubrir la necesidad de 1,5kW en los dos dormitorios.

En el caso de los electrodomésticos se decide adquirir los que posean clasificación A o superior:

- Frigorífico: americano side by side de clase energética A+ y de 280W de potencia de la marca AEG.
- Lavadora: de carga frontal Fagor FE-810 de 6kg, de clase energética A++ y de 2.200W de potencia.
- Secadora: Electrolux, de clase energética A y de 900W de potencia.
- Lavavajillas: Fagor de clase energética A++ y 2.300W de potencia.
- Horno: Zanussi de clase energética A con ahorro del 10% y 1.700W de potencia.
- Encimera: Balay de 2kW de potencia.
- Campana extractora: Siemens LB55564 de 240W de potencia
- Microondas: Fagor con 800W de potencia de microondas y 1000W de potencia del Grill.
- Televisor: Philips de clase energética A+ y potencia 60W.

En el caso de la iluminación se utilizan lámparas de bajo consumo según la necesidad de iluminación de cada estancia.

Además de las medidas adoptadas hasta el momento, se deben tener en cuenta otros factores que aportan calor como son las ganancias internas de la vivienda y el aprovechamiento pasivo de la energía solar.

- *Ganancias internas de la vivienda:*

Contribuyen a obtener un aumento de temperatura en el interior de la misma, y se producen simplemente por estar habitada la vivienda.

Los habitantes de la vivienda contribuyen aportando calor de dos formas distintas: mediante la irradiación aportada hacia superficies más frías y en forma de calor que se disipa por la actividad corporal. Además se aporta calor mediante el funcionamiento de los equipos eléctricos y electrodomésticos.

- *Aprovechamiento pasivo de la energía solar.*

Debido a la orientación de la vivienda, siendo esta suroeste, se favorece la captación controlada de radiación solar incidente, acumulándola en los elementos constructivos que se disponen para ello, y distribuyéndola a las estancias a calentar, pudiendo regular su flujo para obtener el confort necesario en cada época del año.

Las ventanas que se disponen en los muros orientados hacia el sur son de mayor tamaño y número que el resto de ventanas ubicadas en los otros muros, orientadas hacia el norte o el este, para obtener un óptimo aprovechamiento del Sol a lo largo del día. En el resto de fachadas las ventanas son de menor tamaño para impedir que se pierda el calor por ellas.

Según las diferentes épocas del año la radiación solar presenta una inclinación diferente, con lo que con la colocación de toldos en algunas de las ventanas de la vivienda se consigue un calentamiento selectivo del interior de la misma. Además todas las ventanas disponen de persianas, para evitar la entrada directa de luz o energía solar en una estancia.

En invierno, como los rayos solares son más inclinados sobre la superficie terrestre se favorece la captación de la energía solar a través de los muros y las ventanas. Por lo que es en verano cuando mayor uso se les dará a los toldos instalados, para evitar que la radiación solar llegue al interior de la vivienda.

Los toldos se colocarán en las paredes situadas al noreste, sureste y suroeste, para intentar evitar una radiación directa en verano en las horas de sol más fuertes.

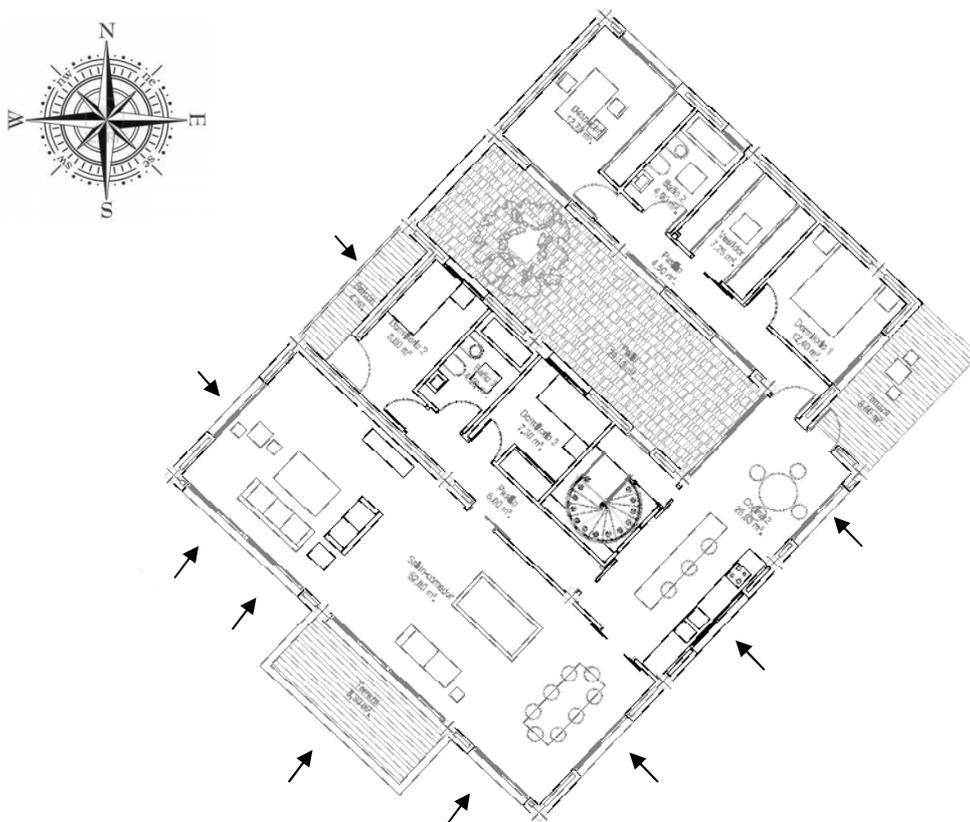


Figura 22: Situación de toldos en las ventanas.

La ubicación de la vivienda sobre el terreno de la parcela deja espacio suficiente para la plantación de árboles autóctonos de la Comunidad Valenciana, que se podrían plantar en zonas donde la sombra proyectase sobre la vivienda, evitando un excesivo calentamiento en verano. Teniendo en cuenta que no se deben plantar en zonas donde la sombra reste potencial de captación de la energía.

Por tanto se podría plantar en los laterales de la parcela, justo alrededor de la vivienda, cipreses para obtener sombra en las zonas donde es mayor la radiación solar. En el resto de zonas verdes se pueden plantar algarrobos que también proporcionan una sombra notable, o pequeños arbustos, como romero, lavanda, adelfa, lentisco..., que dotan a la parcela de una decoración más favorable y en ocasiones perfumada.

Otra opción sería plantar árboles de hoja caduca alrededor de la vivienda, porque en los meses de calor las hojas de estos tipos de árboles evitan que la radiación solar incida directamente en la vivienda manteniéndola por tanto fresca, y en los meses de invierno al caerse las hojas de los árboles los rayos de sol alcanzan la vivienda y pueden calentarla. Un ejemplo de árbol de hoja caduca autóctono de la Comunidad Valenciana es la morera.

4.4.1. CONSEJOS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA.

CALEFACCIÓN:

Algunas de las medidas que se pueden utilizar para conseguir un ahorro económico y eficiente energéticamente a través de la calefacción son:

- Realizar un mantenimiento periódico de la caldera a través de un técnico competente.
- Si se va a realizar un cambio de caldera es aconsejable instalar calderas de condensación y baja temperatura. Pues aunque su precio de compra es elevado, su alto rendimiento permite conseguir ahorros económicos suficientes para amortizar el sobrecoste en 5-8 años. Además este tipo de calderas consume un 20% menos de energía.
- Realizar inspecciones visuales rápidas a las calderas, para poder avisar rápidamente a la empresa de mantenimiento si se aprecia alguna anomalía en la misma.
- Aislar las tuberías que se sitúen en zonas sin calefacción, para evitar pérdidas de calor.

AISLAMIENTO:

Una vivienda bien aislada reduce el consumo por calefacción de un 20 a un 40%, pudiendo darse el caso de evitar la climatización en verano. Algunas de las medidas que se deben llevar a cabo para obtener una vivienda bien aislada son:

- Hacer revisiones anuales en el comienzo de la temporada de calefacción para comprobar si hay fugas en las ventanas de los cerramientos exteriores. Si se diera este caso se repararían o sustituirían los cierres de las ventanas, así como las propias ventanas.
- Hacer revisiones para comprobar si hay corriente de aire en las cámaras de aire de los muros de doble hoja. Si se diera este caso se debería proyectar con espumas de poliuretano.

AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).

Algunas de las medidas utilizadas para obtener un mayor ahorro y eficiencia en la producción de agua caliente sanitaria son:

- Tener los depósitos de ACS bien aislados térmicamente.
- No tener temperaturas de ACS por encima de los 70°C, pues producen un aumento en las pérdidas de calor.
- Instalar una descalcificadora que neutralice la calcificación del agua en el interior de las conducciones.
- Comprobar un correcto funcionamiento del sistema, para ello se comprobará la temperatura del termómetro de retorno de la recirculación del agua.
- Comprobar que los grifos monomando funcionan correctamente. Algunos al averiarse y cuando están cerrados dejan comunicación entre el circuito de agua fría y el de agua caliente.
- Si se utiliza una caldera de baja temperatura se puede considerar instalar una única máquina para la calefacción y la producción de agua caliente sanitaria.
- Se consigue un ahorro de energía si se coloca un reloj programador que desconecte la bomba durante las horas nocturnas, ya que no se produce una demanda de agua caliente.
- La instalación de energía solar térmica proporciona entre un 50 y un 70% del agua caliente que se necesita en una vivienda, llegándose a amortizar en menos de la mitad de la vida útil de los equipos.

FACTURA ELÉCTRICA:

Algunas de las medidas para conseguir una reducción en la factura eléctrica son:

- Realizar un estudio de la potencia contratada, por cada kW que se consiga reducir la potencia contratada se pueden ahorrar más de 25€ anuales.

- Revisar los recibos de electricidad para comprobar si se les aplica una penalización económica por no tener compensada la energía reactiva. Además las compañías suministradoras penalizan cuando la instalación eléctrica provoca distorsiones en la red que pueden afectar al correcto suministro de otros usuarios. Se podría colocar una batería de condensadores de capacidad adecuada que corrija la energía reactiva.
- Se pueden colocar placas fotovoltaicas orientadas al sur, para obtener electricidad. La vida útil de las placas fotovoltaicas es de 40 años y se amortizan a la mitad de su vida útil.

ILUMINACIÓN EN JARDÍN Y PATIO DE LUCES:

El concepto de iluminación en estas zonas es muy complejo, ya que a lo largo de la noche no se precisa su iluminación continuada, pero es aconsejable disponer de ella para una mejor introducción de la vivienda en el entorno.

Para ello algunas de las medidas que se deben aplicar son:

- Reducir al máximo posible la iluminación del exterior en algunas zonas, limitando su horario de encendido.
- Tener en cuenta a la hora de elegir los aparatos de iluminación el aspecto estético y el rendimiento luminoso que aportan.
- Instalar luminarias o farolas que minimicen la contaminación lumínica hacia el cielo. Incorporar lámparas de bajo consumo que ahorran energía y tienen una vida muy larga.

JARDÍN:

Algunas de las medidas que se deben aplicar para obtener un mayor ahorro energético son:

- Plantar especies autóctonas que no necesitan un cuidado específico e intenso, y que necesitan poca agua pues están adaptadas al clima. Además su vida es más larga y resultan más económicas a la hora de su adquisición.
- Utilizar un sistema de riego por goteo.
- No calentar el agua de la piscina mediante combustibles fósiles. Utilizar mantas térmicas que eviten la pérdida de calor hacia el ambiente.
- Instalar un programador horario para que la depuradora de la piscina no funcione más tiempo del necesario.

4.5. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA ECONOMÍA.

En una vivienda se consumen aproximadamente cerca de 4000kWh al año, siendo las cantidades aproximadamente las siguientes:



Figura 23: Consumo de energía de los equipos de suministro eléctrico de la vivienda.

En la vivienda objeto de estudio se ha analizado el consumo de todos los equipos de suministro eléctrico posibles para la mayor comodidad de los usuarios de la vivienda. Pero dotar a la vivienda de todas las comodidades posibles implica un gasto elevado en la adquisición de los mismos.

	Precios
2 Aires acondicionado 2.5kW	1779€
2 Aires acondicionado 1.7kW	1975€
Frigorífico	1200€
Lavadora	429€
Secadora	965€
Lavavajillas	499€
Horno	265€
Encimera	249€
Campana extractora	333€
Microondas	99€
Televisión	1499€
TOTAL	9292€

Tabla 41: Precio de los equipos de suministro eléctrico.

El consumo de energía de los equipos de suministro eléctrico es el siguiente:

Equipos de suministro eléctrico	Potencia en kW
Aire acondicionado comedor y cocina (splits)	2.5
Aire acondicionado dormitorios (splits)	1.7
Frigorífico	0.28
Lavadora	2.2
Secadora	0.9
Lavavajillas	2.3
Horno	1.7
Encimera	2.0
Campana extractora	0.24
Microondas	0.8
Televisor	0.06
Luz	0.24

Tabla 42: Potencia de la vivienda.

No todos los equipos de suministro eléctrico se utilizan al mismo tiempo en la vivienda, ni tampoco se utilizan los mismos elementos en verano que en invierno, por lo que el consumo en cada época del año sería:

Equipo de suministro eléctrico	Potencia en kW
Aire acondicionado comedor (splits)	2.5
Aire acondicionado cocina (splits)	2.5
Frigorífico	0.28
Lavadora	2.2
Encimera	2.0
Televisor	0.06
Campana extractora	0.24
Iluminación	0.24
TOTAL	10.02

Tabla 43: Consumo eléctrico en verano.

Equipo de suministro eléctrico	Potencia en kW
Frigorífico	0.28
Encimera	2.0
Lavadora	2.2
Campana extractora	0.24
Secadora	0.9
Televisor	0.06
Iluminación	0.24
TOTAL	5.92

Tabla 44: Consumo eléctrico en invierno.

De la potencia calculada a utilizar en hora punta se observa que se realiza mayor consumo de electricidad en verano que en invierno, pues en verano se utiliza un sistema de refrigeración conectado a la corriente eléctrica, mientras que en invierno no se utiliza ningún sistema de calefacción que dependa de la corriente eléctrica.

Para elegir el tipo de contador y la potencia a contratar se tiene en cuenta la potencia total consumida en hora punta en verano, por lo que el contador debe de suministrar mínimo 10.02kW. En cambio se decide contratar un contador de potencia 5.75kW, ya que si se contrata un contador de potencia superior a 6kW, el usuario dispone de más electricidad de la necesaria, por lo que se produciría un derroche de la misma, por tanto lo ideal es que el usuario tenga en cuenta la cantidad de electrodomésticos o equipos de suministro eléctrico que está utilizando, y consiga concienciarse para reducir o minimizar su consumo, para conseguir al mismo tiempo disminuir el consumo de la factura eléctrica.

Una vez conocida la potencia a contratar se realiza una comparativa con los planes que Iberdrola dispone para los usuarios:

- Plan Básico: contratando un contador de 5.75kW, siendo el importe anual de la electricidad de 687.17€, formado por:
 - o Término de potencia: 125.89€/año.
 - o Consumo electricidad: 415.97€/año.
 - o Impuesto sobre electricidad: 27.70€/año.
 - o IVA 21%: 119.61€/año.
- Plan energía verde 2A: contratando un contador de 5.75kW, siendo el importe anual de la electricidad de 715.63€, formado por:
 - o Término de potencia: 125.89€/año.
 - o Consumo electricidad: 436.77€/año.
 - o Impuesto sobre electricidad: 28.77€/año.
 - o IVA 21%: 124.20€/año.
- Plan hogar: contratando un contador de 5.75kW, siendo el importe anual de la electricidad de 794.19€, formado por:
 - o Término de potencia: 122.79€/año.
 - o Consumo de electricidad: 501.64€/año.
 - o Impuesto sobre electricidad: 31.93€/año.
 - o IVA 21%: 137.84€/año.

Por lo que de los tres planes se elegiría el Plan energía verde ya que aunque su precio de consumo sea mayor que el del Plan básico se consigue a largo plazo tener un mayor cuidado con el medio ambiente.

Además de la inversión económica se debe calcular la inversión que se realiza para poder obtener electricidad a partir del aprovechamiento de la energía renovable,

mediante la utilización de placas fotovoltaicas. Así como el sistema de calefacción y ACS del que se dispone aprovechando este tipo de energía.

	Precios
Placas fotovoltaicas	260€x14
Caldera	1061€
Suelo radiante	4116€
TOTAL	8817€

Tabla 45: Precio de los elementos que aprovechan la energía renovable.

El consumo de energía de los elementos conectados a la energía obtenida por el Sol es:

	Potencia en kW
Placas fotovoltaicas	0.26x14
Caldera	15
TOTAL	18.64

Tabla 46: Consumo de los elementos que aprovechan la energía renovable.

A parte de todas las mejoras en función del ahorro eléctrico hay una mejora que contribuye a disminuir el aporte de energía solar en verano, la utilización de toldos en las ventanas con mayor incidencia solar.

La cantidad económica a invertir en esta mejora, en función de los metros a cubrir, del tipo de material utilizado y el modo de instalación, es de 1749.48€, siendo el modelo más adecuado el de los toldos monoblock, ya que se puede extender según la necesidad del usuario.

5. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CE3X.

Desde la entrada en vigor del Real Decreto 235/2013 se obliga a los propietarios de edificios existentes, que vayan a venderlos o alquilarlos, a realizar una certificación energética de los mismos.

Por lo que para completar el análisis realizado a la vivienda se comprueba a través del programa facilitado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, el CE³X la calificación energética que tiene la vivienda en el estado actual y la vivienda en el caso de ser eficiente energéticamente.

Para ello, se deben introducir en el programa todos los datos relativos a la vivienda. En primer lugar se introducen los datos generales tanto del propietario como del técnico que realiza el informe, y los datos representativos de la vivienda, como su localización, orientación, zona climática, y las características (número de plantas, superficie útil...) y el año de construcción de la vivienda, para poder identificar la normativa que había en vigor en el momento de su construcción.

Una vez introducidos todos los datos identificativos de la vivienda se introducen los datos relativos a los sistemas estructurales que forman la vivienda, introduciendo los materiales y espesores de cada una de las capas, así como la orientación de cada uno de los paramentos que se analizan en cada caso.

Tras introducir los datos de los sistemas constructivos se nombran cada una de las ventanas que tiene la vivienda, indicando las dimensiones, el tipo de vidrio y de marco, así como el porcentaje de marco que ocupa en la ventana, o las características de absorción y permeabilidad del marco.

Se debe tener en cuenta en todo momento las sombras que se proyectan sobre la vivienda, ya que se deben introducir en el programa, en el apartado de patrones de sombra, para poder relacionar cada uno de los elementos de la vivienda al patrón de sombra que le corresponde.

Una vez introducidos todos los elementos característicos de la vivienda se introducen los puentes térmicos que se producen en la misma, y por último las instalaciones de que dispone la vivienda, indicando el precio de cada una de las fuentes de energía que se utilicen.

Con todos los datos anteriores introducidos se procede a obtener la calificación del edificio. Se debe tener en cuenta que una vez obtenida la calificación se debe aportar mínimo una medida de reforma y máximo tres, que se introduce en el certificado que se emite para el propietario.

Tras introducir todos los datos que el programa necesita sobre la vivienda actual se obtiene que la vivienda es clase E:

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Unifamiliar
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	30.26 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	E
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]
		19.24	6.33
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		D	-
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
30.26	4.68	-	

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		
		68.48 E	12.27 B
		Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]	Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]
		68.48	12.27

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.

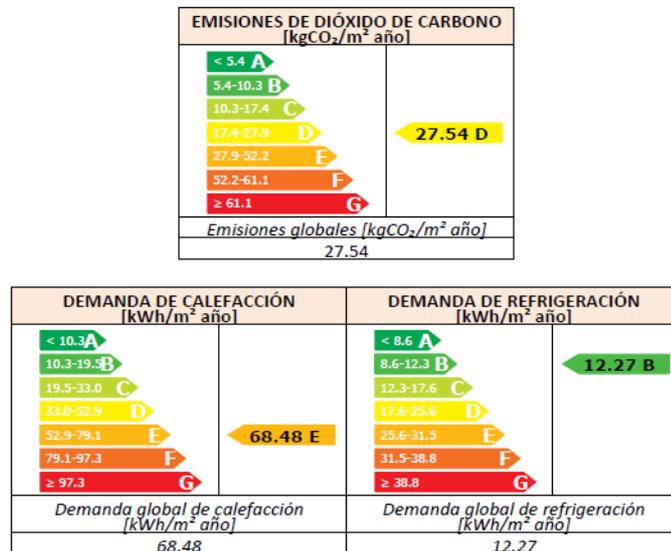
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	145.47 E	CALEFACCIÓN	ACS
		E	G
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]
		95.28	31.36
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		D	-
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
145.47	18.84	-	

Figura 24: Calificación energética de la vivienda actual.

Una vez obtenida la calificación del edificio se observa la mejora que se obtendría con las medidas propuestas, que consisten en cambiar el sistema de obtención de energía

para ACS y calefacción por obtención de energía a través de placas fotovoltaicas. Con estas mejoras la vivienda pasaría de ser clase E a ser clase D:

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	68.48	E	12.27	B						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	95.28	E	18.84	D	31.36	G	-	-	145.47	E
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		0.0 (0.0%)	
Emissiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	19.24	E	4.68	D	6.33	E	-	-	27.54	D
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.0%)		- (-%)		2.7 (9.0%)	

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: Conjunto 1</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

Figura 25: Calificación con la reforma propuesta de la vivienda actual.

Tras la obtención de la certificación de la vivienda actual se obtiene la certificación de la vivienda reformada, que además de la mejora que se había propuesto para obtener la certificación de la vivienda actual, tiene otras mejoras consistentes en la envolvente de la vivienda. Tras la introducción de todos los datos que el programa necesita se

obtiene que la vivienda pase a ser clase A con todas las mejoras que se le han realizado:

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Unifamiliar
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	0.09 A	CALEFACCIÓN	
		ACS	
		A	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	
		Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	
		0.00	
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
A		-	
Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
0.09		-	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]			
0.09			

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

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			
	16.86 B		15.28 C		
				Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]	
				16.86	
				Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]	
				15.28	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

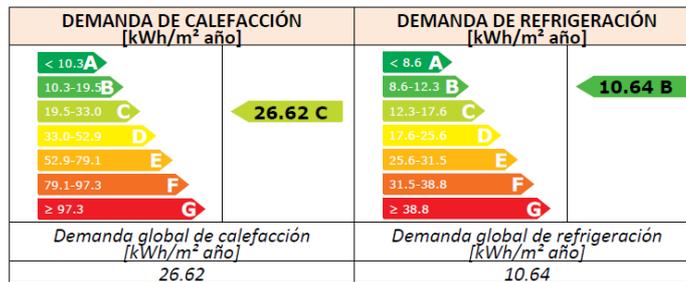
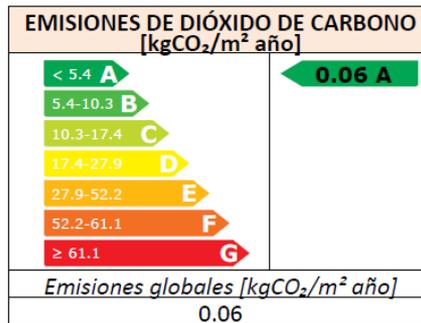
Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	0.36 A	CALEFACCIÓN	
		ACS	
		A	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	
		Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	
		0.00	
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
A		-	
Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
0.36		-	
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]			
0.36			

Figura 26: Calificación energética de la vivienda reformada.

Por último, una vez obtenida la calificación energética del edificio se debe obtener el informe de certificación, por lo que se introduce mínimo una medida de mejora, que consiste en sustituir los vidrios por vidrios con control solar.

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	26.62	C	10.64	B						
Diferencia con situación inicial	-9.8 (-57.9%)		4.6 (30.4%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	0.00	A	0.25	A	0.00	A	-	-	0.26	A
Diferencia con situación inicial	-0.0 (-57.9%)		0.1 (30.4%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		0.1 (29.5%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	0.00	A	0.06	A	0.00	A	-	-	0.06	A
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (30.3%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		0.0 (30.0%)	

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: conjunto 1</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de vidrios con control solar

Figura 27: Calificación con la reforma propuesta de la vivienda reformada.

6. CONCLUSIONES.

En la sociedad actual en la que se vive una crisis económica importante, desde el sector de la construcción se debe hacer hincapié en construir viviendas en las que se consiga un ahorro económico considerable, que facilite a las personas obtener una vivienda en la que puedan disponer del confort necesario para vivir sin que las consecuencias sean negativas para la economía y el Medio Ambiente.

Por este motivo se planteó el presente proyecto, para poder estudiar la forma de conseguir que una vivienda ya construida fuera lo más eficiente energéticamente posible.

En primer lugar, vistos los objetivos del presente proyecto y finalizado el análisis realizado sobre la vivienda actual, se comprueba que cumple con el Código Técnico de la Edificación, y se proponen ciertas reformas que contribuyan a conseguir mayor eficiencia energética sin disminuir el confort, pudiendo incluso mejorarlo.

Una vez aplicadas todas las reformas propuestas se comprueba que cumplen también con la normativa vigente, ajustándose cada una de ellas y en su conjunto a la legalidad establecida en el dicho código técnico.

Al finalizar ambos análisis, se le facilita a cada una de las viviendas la etiqueta energética que defina la clase energética en la que se encuentran, lo que permite observar que tras las reformas aplicadas se consigue aumentar de rango en la escala de eficiencia energética, llegando a conseguir que la vivienda sea completamente eficiente, obteniendo la calificación energética de clase A.

Desde el punto de vista económico, la aplicación de todas las reformas propuestas implican un considerable desembolso económico en el momento de realizarlas, pero con el tiempo supondrán un importante ahorro ya que reducirán el consumo, y en consecuencia los gastos, principalmente en la factura eléctrica.

Desde el punto de vista ecológico, con la aplicación de estas reformas se conseguirá reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, colaborando con ello a mejorar la calidad de vida y el Medio Ambiente, al mismo tiempo que se aprovechan las energías renovables, propiciando su uso.

Por todo lo estudiado en este proyecto, se concluye que se debe profundizar en conseguir viviendas eficientes energéticamente que permitan alcanzar los objetivos definidos con anterioridad.

Para hacer constar las mejoras a las que se somete la vivienda actual, se expone a continuación una tabla comparativa entre la vivienda inicial y la vivienda mejorada.

	VIVIENDA ACTUAL	VIVIENDA REFORMADA
<i>CAMBIOS ESTRUCTURALES</i>		
Fachada	Doble hoja con aislamiento de lana de roca	Doble hoja con aislamiento de poliestireno expandido.
Cubierta	Plana no transitable	Ajardinada
Forjado	Forjado con pavimento gres porcelánico	Forjado con pavimento cerámico
Ventanas	Marco aluminio con RPT y cristales climalit 4+6+4	Marco PVC con RPT y cristales climalit 4+12+4
Lucernario	Lucernario	Sin lucernario
<i>CAMBIO EN INSTALACIONES</i>		
Calefacción y ACS	Caldera gas natural	Placas fotovoltaicas
Aire acondicionado	Aire acondicionado (bomba de calor)	Aire acondicionado (Splits)
Electrodomésticos	Electrodomésticos inferiores clase A	Electrodomésticos clase A o superiores
Toldo	Sin toldos	Toldos
Iluminación	Bombillas incandescentes	Lámparas bajo consumo

Tabla 47: Comparativa de las dos viviendas.

A continuación se recoge parte del desembolso económico que deberá hacer el propietario de la vivienda para conseguir que todas las mejoras aportadas permitan clasificarla como eficiente, siendo su emisión de CO₂ inferior a la de la vivienda actual, llegando a alcanzar la clase A.

	Precios
Placas fotovoltaicas	3.640€
Caldera	1.061€
Suelo radiante	4.116€
2 Aires acondicionado 2.5kW	1.779€
2 Aires acondicionado 1.7kW	1.975€
Frigorífico	1.200€
Lavadora	429€
Secadora	965€
Lavavajillas	499€
Horno	265€
Encimera	249€
Campana extractora	333€
Microondas	99€
Televisión	1.499€
TOTAL	18.109€

Tabla 48: Desembolso económico.

- Ministerio de Industria, energía y turismo: www.minetur.gob.es
- Instituto para la diversificación y ahorro de energía: www.idae.es
- Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable.
- La eficiencia energética y la arquitectura:
www.sostenibilidad-es.org
www.sostenibilidadyarquitectura.com
- La eficiencia energética y la sociedad:
<http://energiaysociedad.es>
http://gerenciayenergia.blogspot.com.es/2010/07/mundo_24.html
- Eficiencia energética:
www.eficienciaenergetica.es
- Electricidad:
www.tarifasgasluz.com
www.electricidadbasica.net
www.comparador.cne.es
- CTE DB-HE: Código Técnico de la edificación. Documento Básico: Ahorro de energía.
- Eficiencia energética en los edificios.
Autor: José María Fernández Salgado.
Editorial: AMV Ediciones.
Año de publicación: 2011
ISBN: 978-84-96709-71-3
- Suelo térmico: www.polytherm.es
- Placas fotovoltaicas: www.rfsolar.es
- Caldera eléctrica: www.elnur-global.com
- Toldo: www.toldos.info/toldos/brazos_articulados/monobloc/index.html
- Página de electrodomésticos y aire acondicionado:
www.elcorteingles.es/tienda/electrodomesticos
- Ventanas: www.saint-gobain-glass.com/FO/mx/pdf/Climalit-SWS.pdf

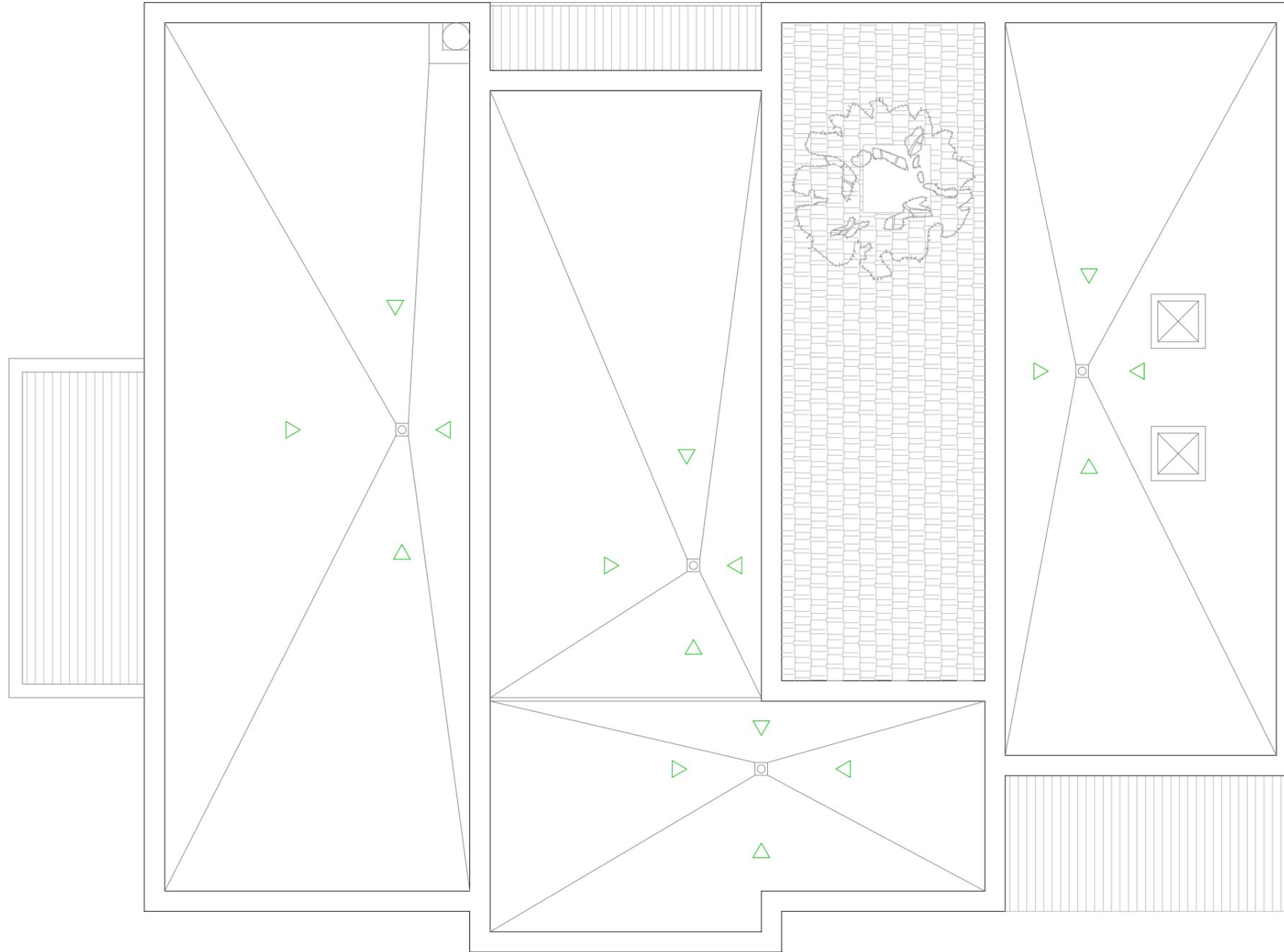
8. ANEXO: PLANOS DE LA VIVIENDA ACTUAL Y DE LA VIVIENDA MEJORADA.



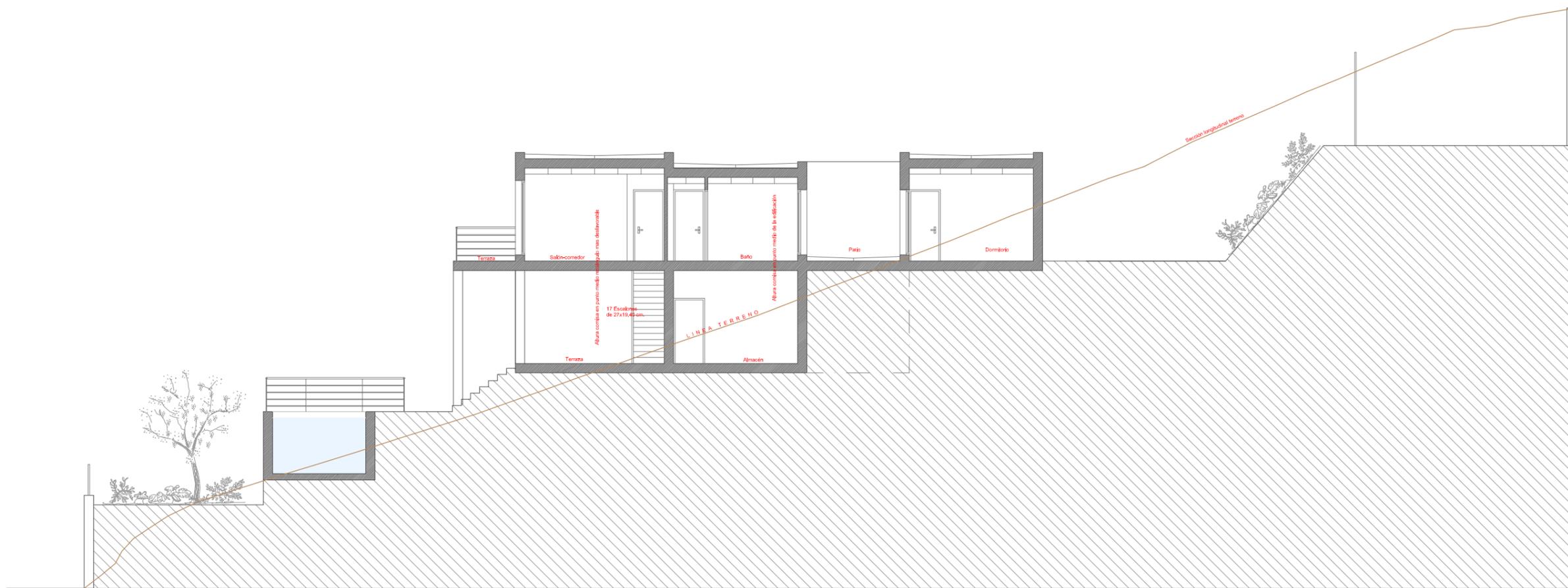
	PFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	Nº PLANO 1
	PLANO PLANTA BAJA VIVIENDA ACTUAL	ESCALA E: 1/75



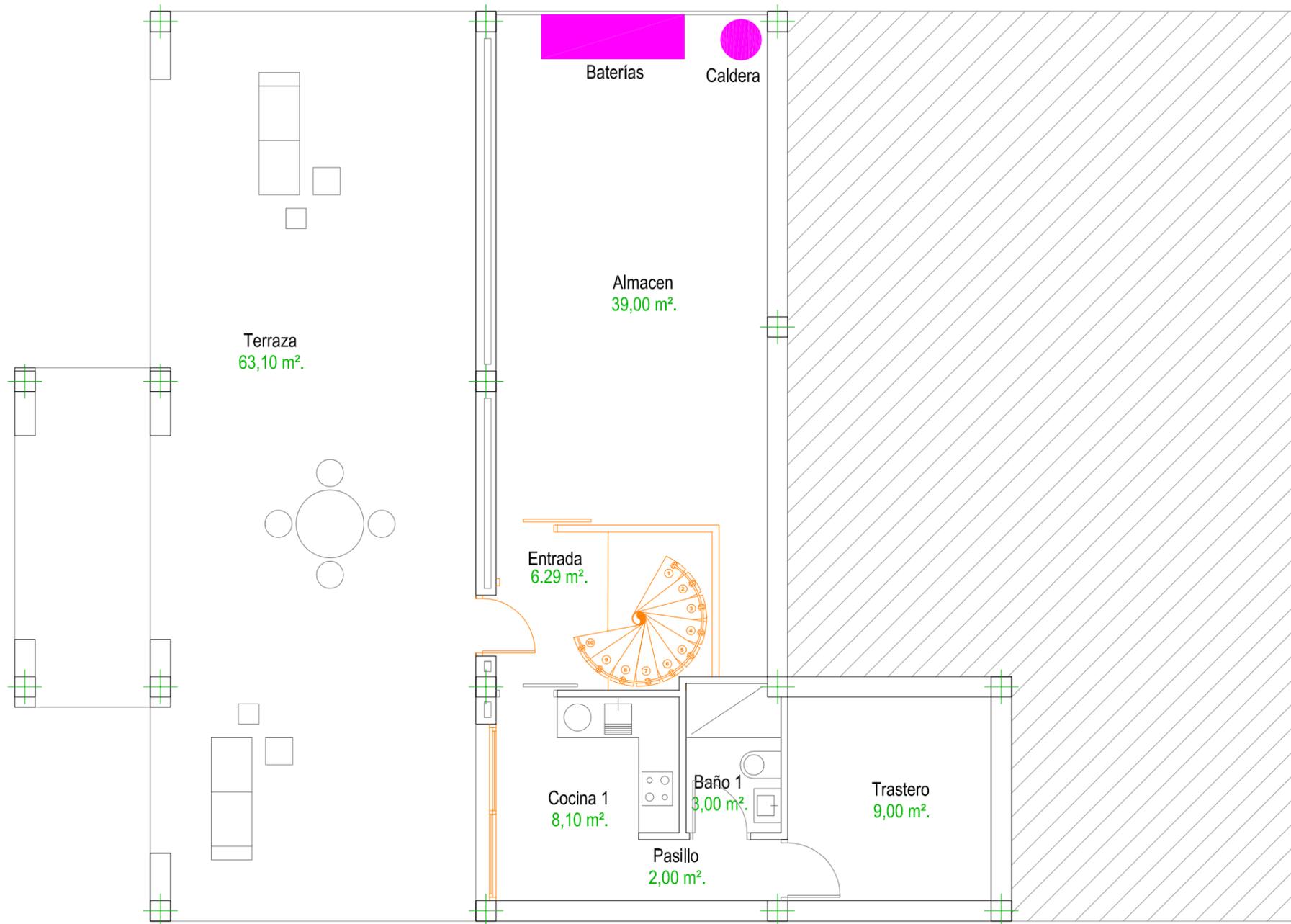
	PFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	Nº PLANO 2
	PLANO PRIMERA PLANTA VIVIENDA ACTUAL	ESCALA E: 1/75



 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	PFG: EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	Nº PLANO 3
	PLANO PLANTA DE CUBIERTA VIVIENDA ACTUAL	ESCALA E: 1/75

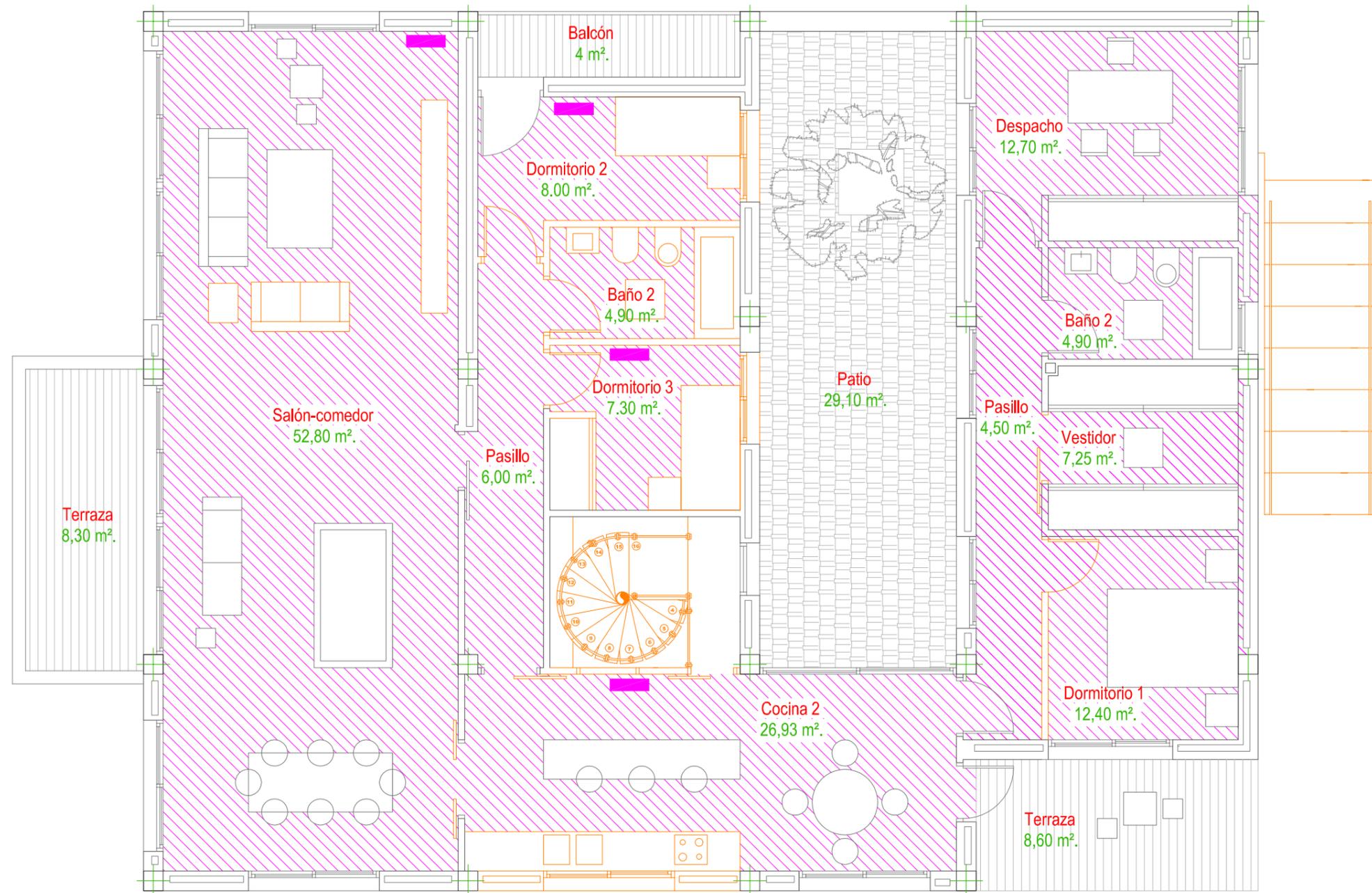


 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN	PFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	Nº PLANO 4
	PLANO SECCIÓN VIVIENDA ACTUAL	ESCALA E: 1 / 150

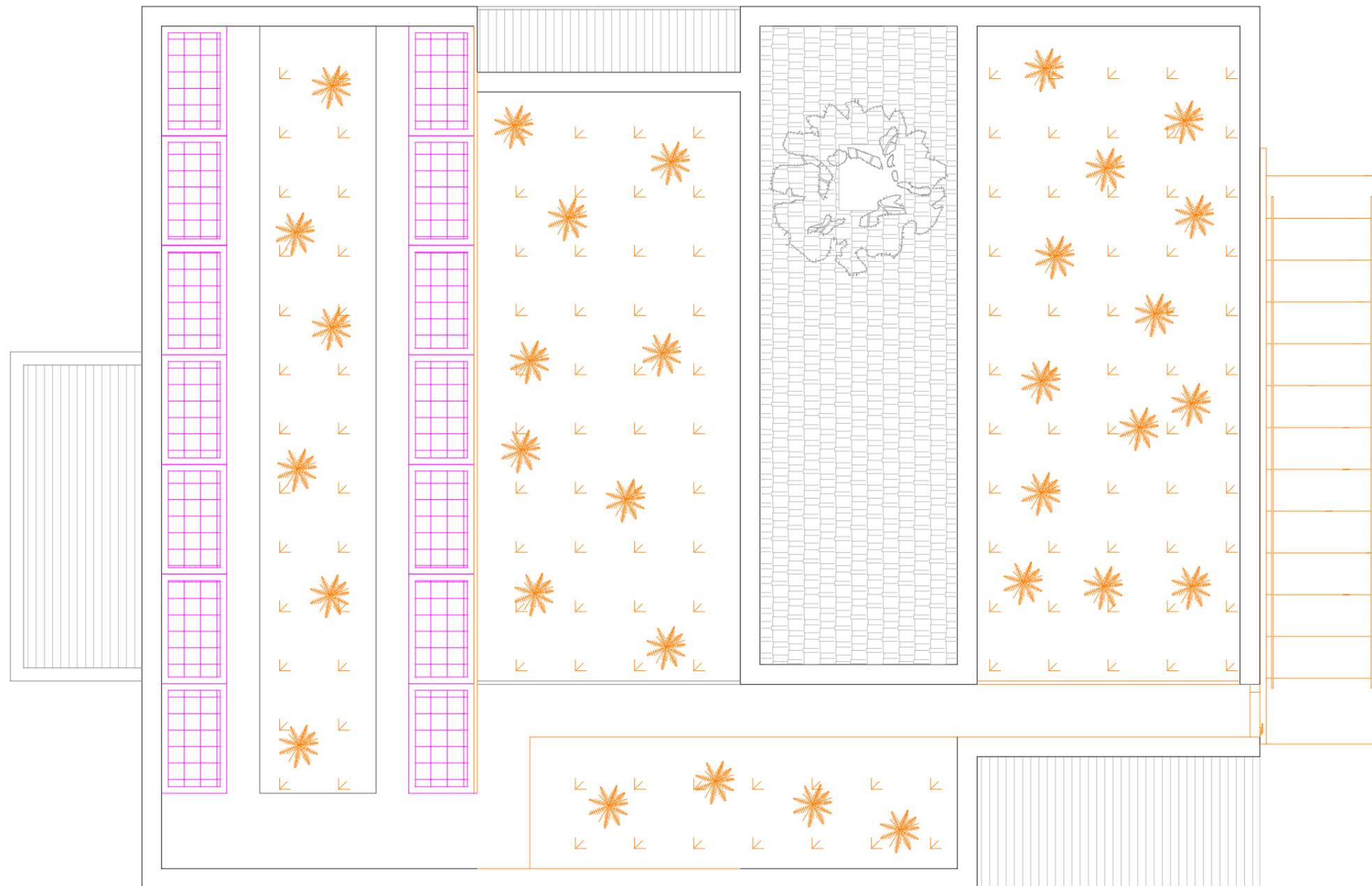


	REFORMAS
	CALDERA Y BATERÍAS

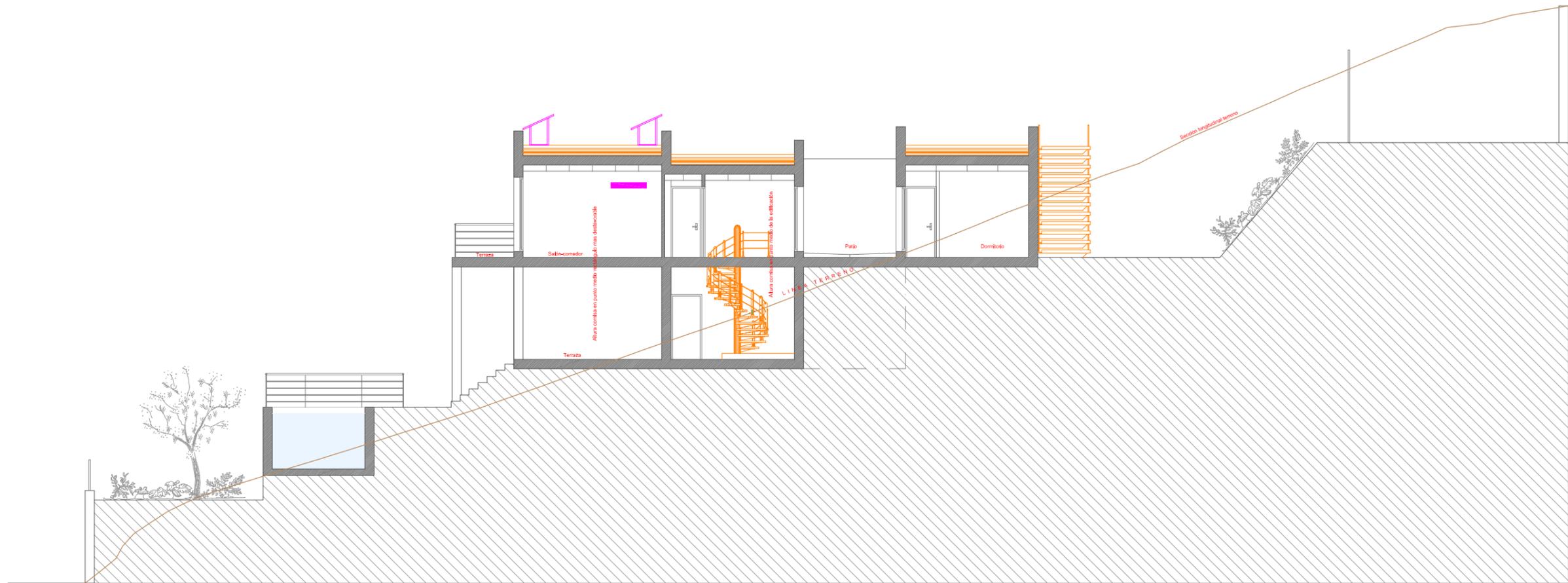
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN	PFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	Nº PLANO 5
	PLANO REFORMAS E INSTALACIONES PLANTA BAJA.	ESCALA E: 1/75



	REFORMAS
	SUELO RADIANTE
	SISTEMA REFRIGERACIÓN



	REFORMAS
	AZOTEA AJARDINADA
	PLACAS FOTOVOLTAICAS



 UNIVERSITAT POLITÀCNICA DE VALÈNCIA	PFG: EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	Nº PLANO 8
	PLANO REFORMAS E INSTALACIONES. SECCIÒN.	ESCALA E: 1/150