UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE GESTIÓN DE LA EDIFICACIÓN

EFICIENCIA ENERGÉTICA

EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA

PROYECTO FINAL DE GRADO

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

Alumno/a: Tormo Jurado, Ester

Tutor/a: Pascual Galán, Amadeo

JUNIO 2012-2013

Índice

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA 7

1.1.1. Introducción 7

1.1.1.1. La crisis ecológica 8

1.1.1.2. Medidas gubernamentales frente a la crisis ecológica 11

1.1.1.3. El problema energético 12

1.1.2. Marco Normativo para el Sector de la Edificación 13

1.1.2.1. Europa 13

1.1.2.2. España 14

1.1.3. Certificación y Calificación Energética 16

1.1.3.1. Evaluación Energética para la Certificación Energética 16

1.1.3.2. Certificado de Eficiencia Energética 18

1.1.3.3. Etiqueta Energética 19

1.1.3.4. Control de las Administraciones Autonómicas 19

1.1.4. Técnicas de Eficiencia Energética 19

1.1.4.1. Técnicas Pasivas 20

1.1.4.2. Técnicas Activas 24

2. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA 32

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA 33

2.2. MEMORIA CONSTRUCTIVA 35

3. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 40

3.1. DEMANDA ENERGÉTICA. CTE DB-HE1 41

3.2. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS. CTE DB-HE2 60

3.2.1. Calefacción 60

3.2.2. Refrigeración 73

3.3. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS. CTE DB-HE 4 79

3.3.1. Ámbito de aplicación. 79

3.3.2. Procedimiento de verificación. 79

3.3.3. Criterios generales de cálculo. 81

3.4. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DE PARTIDA. 84

3.4.1. Indicadores energéticos. 84

3.4.2. Definición de las instalaciones. 84

3.4.3. Procedimiento de entrada de datos. 85
3.5. MEJORAS 91
3.5.1. Mejora de la envolvente y de las instalaciones. 91
3.5.2. Evaluación de la mejora. 103
3.5.3. Etiqueta Energética. 112
AGRADECIMIENTOS 116
BIBLIOGRAFÍA 117
ANEXOS 120
PLANOS 134

Objetivos

El presente Proyecto Final de Grado (PFG) se centra en la Eficiencia Energética en un edificio de 3 viviendas en fase proyecto a situar en la localidad valenciana de Aldaia.

La información de partida que se obtiene del Edificio de 3 viviendas es la memoria descriptiva y los planos de emplazamiento, planta, alzado y sección. Con ello se plantean los objetivos a alcanzar en el PFG:

- **Analizar** la demanda energética del edificio conforme establece el Código Técnico de la Edificación en el Documento Básico de Ahorro de Energía (CTE DB-HE1).

- **Estudiar** las pérdidas de calor del edificio en régimen de invierno y de las ganancias de calor en verano.

- **Analizar** la demanda de calefacción y refrigeración del edificio con las herramientas informáticas CERMA.

- **Mejorar** los requerimientos de calefacción y refrigeración, actuando sobre la envolvente térmica y las instalaciones.

- **Evaluar** la mejora energética, económica y ambiental.

Capítulo 1

Introducción

1.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA
1.1.1. Introducción
1.1.2. Marco Normativo para el Sector de la Edificación
1.1.3. Certificación y Calificación Energética
1.1.4. Técnicas de Eficiencia Energética

1.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA

1.1.1. Introducción

Actualmente el mundo sufre una **crisis ecológica** producida por diversos factores y para analizarla, se tienen que tener en cuenta, como mínimo, las siguientes cuatro realidades: el crecimiento acelerado de la población mundial, el uso descontrolado de los recursos del planeta, el incremento de residuos y el cambio climático.

El **problema energético** es una consecuencia y un causante de la crisis ecológica. Un causante porque la generación y consumo de energía, para el desarrollo humano, ha provocado la explotación de los recursos naturales, sin prever su agotamiento y consecuencias a largo plazo y ha generado la emisión de sustancias perjudiciales para el comportamiento climático del planeta.

En segundo lugar, el problema energético es una consecuencia de la crisis ecológica porque las causas explicadas en el anterior apartado necesitan ser corregidas y plantean el problema de cómo ser solucionadas. Por ello, la producción de energía y el consumo de energía marca la coyuntura actual y es necesario alcanzar un modelo que trate de remediar y/o paliar los efectos perjudiciales para el ser humano y su entorno.

Imagen 1. Central nuclear, planta de tratamiento de gas, estación petrolífera.

El nuevo modelo planteado y la solución establecida a nivel gubernamental, es la **Eficiencia Energética**, que trata de reducir el consumo energético y utilizar fuentes generadoras de energías renovables.

En particular, el sector de la **construcción** como sector consumidor de energía, durante la fabricación de viviendas, y generador de productos consumidores de energía a lo largo de su vida útil, (las viviendas) tiene un peso determinante en la situación energética actual y en la preservación del medio ambiente.

Es por ello que la repercusión del consumo energético de las viviendas en su ciclo de vida en la crisis ecológica ha provocado la creación de un marco normativo específico para el sector de la edificación que pretende regular y potenciar la Eficiencia Energética de los edificios.

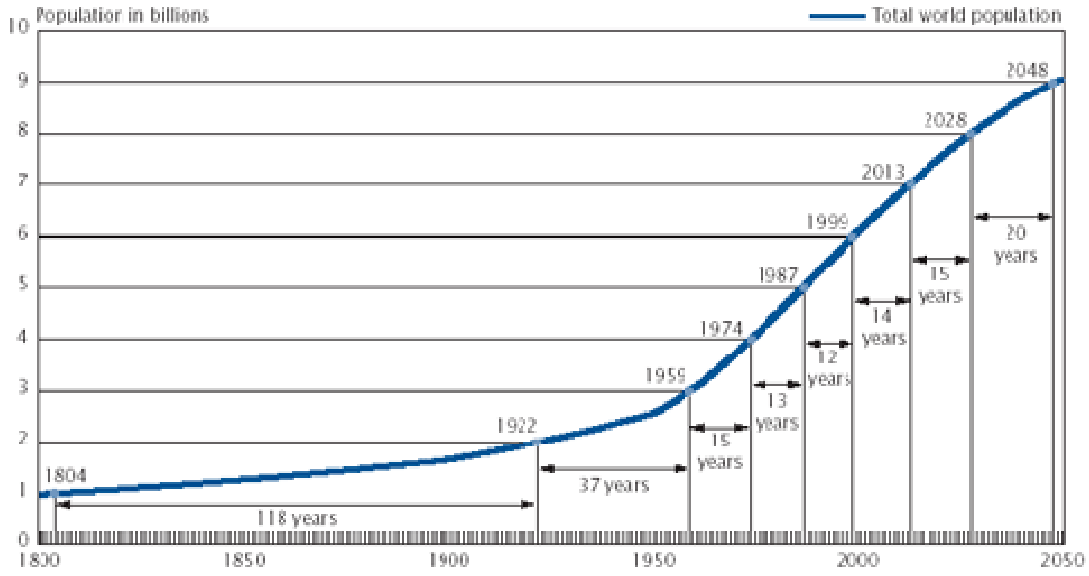
1.1.1.1. La crisis ecológica

Para entender la crisis ecológica que sufre nuestro planeta y cómo participa de ella el sector de la construcción, es necesario analizar los factores de incremento de la población mundial, explotación de los recursos del planeta, la deposición de residuos y el cambio climático.

- El acelerado crecimiento de la población mundial

Según Naciones Unidas, los cálculos aproximados comenzaron en 1804, cuando la población mundial alcanzaba a mil millones de habitantes. Hacia comienzos del siglo XXI ya había alcanzado a 6.800 millones, y se estima que hacia mediados de siglo alcanzaremos el número de 9.500 millones.

Imagen 2. Gráfica Incremento de la población mundial.



El crecimiento de la población mundial ha repercutido en todo nuestro entorno social y económico. Al incrementar la esperanza de vida por las mejoras sanitarias e higiénicas, aumentó la población trabajadora y formada, esta situación generó, durante el segundo tercio del siglo XXI, una mejora de los procesos industriales que supuso el crecimiento de la producción de todo tipo de bienes.

Desde el sector empresarial se promovió el consumo como crecimiento económico, sin cuantificar las consecuencias, las cuales ahora sufrimos: elevadas emisiones de CO2, explotación de recursos materiales y dependencia de la energía para producir bienes además de parálisis del sistema económico.

- La explotación de los recursos del planeta

La explotación de los recursos naturales se ha realizado, para la obtención de materias primas o para la obtención de energía primaria. En el primer caso, las materias primas que se han extraído de la tierra, durante siglos, son los materiales pétreos y la madera, ambos de modo descontrolado propician la deforestación y desertificación.

Es necesario controlar la explotación de recursos, porque la reducción de la masa forestal supone eliminar sumideros de dióxido de carbono (CO_2) naturales, que almacenan parte del carbono tomado del ambiente y liberan oxígeno a la atmósfera.

Imagen 3. Consecuencias de la explotación de recursos naturales.

Otro aspecto a tener en cuenta es la extracción de fuentes de energía fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, para generar energía por combustión, que contribuye a la emisión de CO_2 a la atmósfera y a la deforestación del entorno. Teniendo en cuenta que las energías fósiles no son renovables.

- La deposición de residuos

Este factor es fruto del incremento de la población y de los bienes de consumo, que presenta el problema creciente acerca de cómo deshacerse de manera segura de los subproductos indeseables de los procesos de fabricación, uso y consumo.

Imagen 4. Residuos generados.

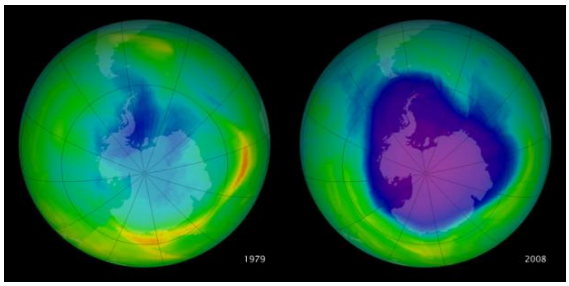
El problema reside en que los materiales que se utilizan no son degradables y no existen procesos de reutilización o reciclaje para un nuevo uso. Además contienen sustancias nocivas para el entorno, incluso para la salud humana, como por ejemplo las lámparas fluorescentes.

- El cambio climático

Agujero en la capa de Ozono

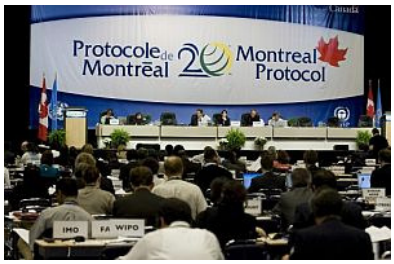
Una de las alteraciones de la acción del hombre es el agujero de la capa de ozono. Esta capa se encuentra en la parte inferior de la estratosfera e impide que los rayos ultravioleta de alta frecuencia lleguen hasta el suelo de la superficie terrestre, sino fuera así, sería imposible la vida en la Tierra.

Imagen 5. Aparición del agujero de la capa de ozono 1979 – 2008.



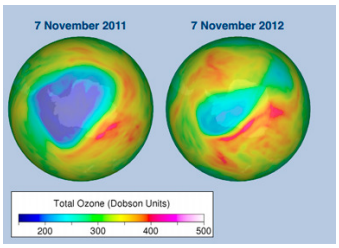
El agujero apareció en el año 1983 sobre la Antártida, años después se descubrió un agujero similar sobre el hemisferio norte. Entonces se supo que el deterioro del ozono se debía a los gases clorofluorocarbonados (CFCs), químicos que se utilizan en los sistemas de aire acondicionado, refrigeradores y aerosoles.

Imagen6. Convención en Montreal.



Las naciones del mundo pactaron reducir la emisión de CFCs mediante la redacción del Protocolo de Montreal, reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que reaccionaban con el ozono. Se cree que si todos los países cumplen con los objetivos propuestos dentro del tratado, la capa de ozono podría haberse recuperado para el año 2050.

Imagen 7. Reducción del agujero de la capa de ozono 2011-2012.



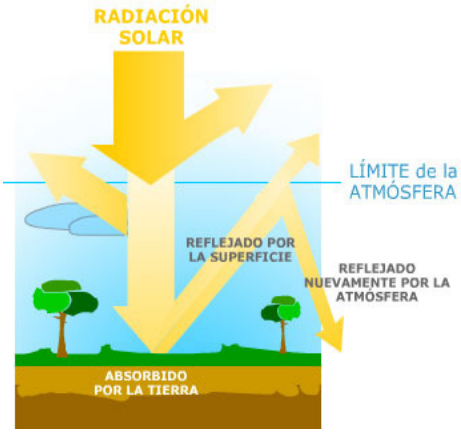
Los resultados por ahora son favorables, en el año 2012 durante septiembre y noviembre, que es el período en el que se forma el agujero de la capa de ozono, se ha registrado el menor tamaño en 20 años, gracias al cumplimiento de los compromisos por parte de los gobiernos.

El Efecto Invernadero

Otra de las consecuencias del desarrollo humano es el **efecto invernadero** fruto de la emisión a la atmósfera de gases con gran capacidad calorífica, conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), estos gases son, en su mayoría, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O).

Se llama efecto invernadero porque se produce un calentamiento en la atmósfera. Los GEI retienen parte de la energía emitida por las masas terrestres calentadas por la radiación solar, evitando que sea liberada al espacio.

Imagen 8. Esquema del Efecto Invernadero.



El incremento de la temperatura terrestre se conoce como **calentamiento global**, y tiene como efecto inmediato el derretimiento paulatino de los casquetes polares y el consiguiente aumento del nivel del mar.

Se estima que un calentamiento global promedio en la superficie terrestre superior a los 2ºC puede generar problemas irreversibles en los ecosistemas y, por supuesto, en las sociedades humanas.

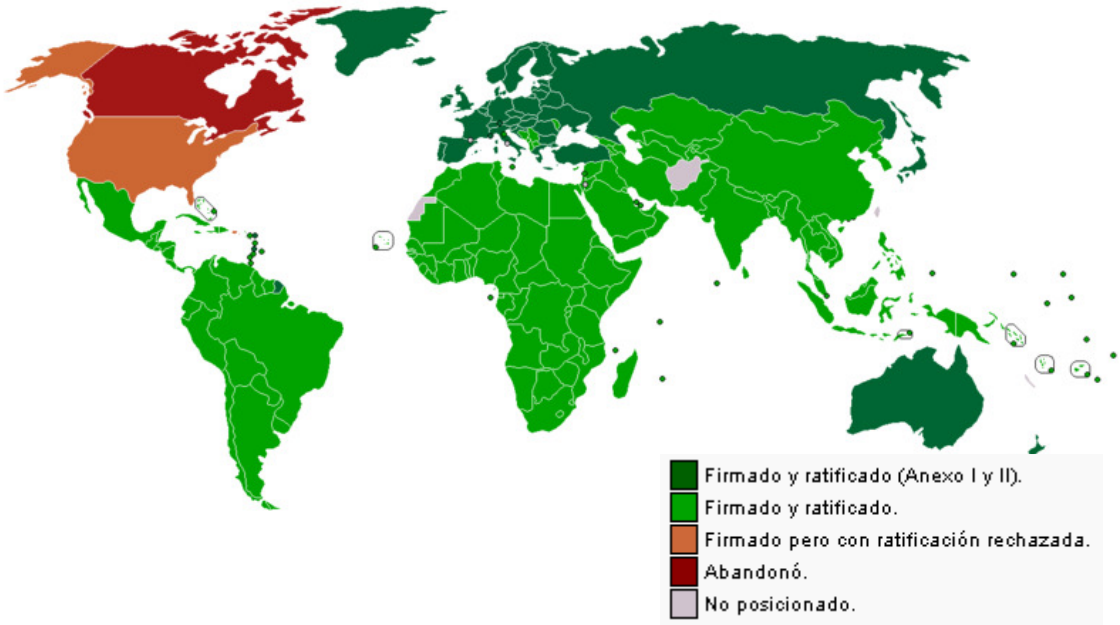
Las previsiones actuales estiman una alta probabilidad de un calentamiento entorno al 0,2ºC por década en el futuro cercano.

1.1.1.2. Medidas gubernamentales frente a la Crisis Ecológica

Los órganos gubernamentales y no gubernamentales se están movilizando para poner límites a la crisis ecológica. La Organización de Naciones Unidas tiene una actitud activa frente al cambio climático. Desde el año 1972 se realizan las *Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo,* conocidas como “Las Cumbres de la Tierra” y han marcado un punto de inflexión en la política internacional del medio ambiente.

La **Cumbre de la Tierra** en Río de Janeiro, 1992, ha sido la más importante de todas las realizadas (Johannesburgo, 2002 y Río de Janeiro, 2012), por los ambiciosos compromisos en la lucha contra el cambio climático, la protección de la biodiversidad, y la eliminación de las sustancias tóxicas emitidas.

Imagen 9. Posición de los diversos países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto. Fuente: Wikipedia.



Fruto de esta cumbre en 1997, se adoptó el **Protocolo de Kyoto** sobre el cambio climático, que entró en vigor en el 2005. Este acuerdo vinculante tiene como objetivo la reducción de las emisiones de seis gases de efecto invernadero (GEI) que causan el calentamiento global: CO2, gas metano (CH4), óxido nitroso (N2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF6), en un 5 % menos respecto a las emisiones de 1995, para el periodo 2008 a 2012.

Asimismo existe un consenso para reducir en el año 2050 entre un 50%-85% las emisiones globales respecto a las del año 2000, para impedir el aumento de la temperatura global del Planeta más de 2ºC a finales del siglo XXI.

Concluido el primer período del Protocolo de Kioto, (2008-2012) durante la **Cumbre de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** realizada a finales de 2012 en Doha, se han prorrogado los compromisos del Protocolo de Kioto hasta 2020, pero éstos compromisos afectan a pocos países (UE, Australia, Noruega y Croacia).

Es en 2015 cuando se pretende alcanzar un gran pacto a nivel mundial, en el que los compromisos sean aceptados por los países en vías de desarrollo y por aquellos países que como Canadá y Estados Unidos aún no se han comprometido a reducir sus emisiones de CO2.

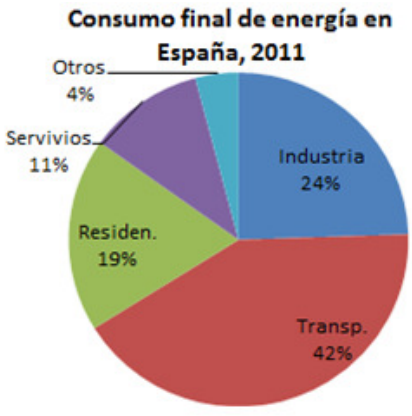
1.1.1.3. El Problema Energético

La crisis ecológica ha dejado en entredicho el modelo de uso de la energía y plantea la problemática de cómo reorientarlo para mantener la calidad de vida y necesidades que se han creado, sin destruir la naturaleza y reduciendo los efectos ya provocados en la misma.

Hay que tener en cuenta que existen dos tipos de energía clasificadas según su uso, la primaria y la final. La energía primaria se obtiene mediante procesos de transformación de la energía contenida en los combustibles y la final es la energía que se utiliza en los puntos de consumo.

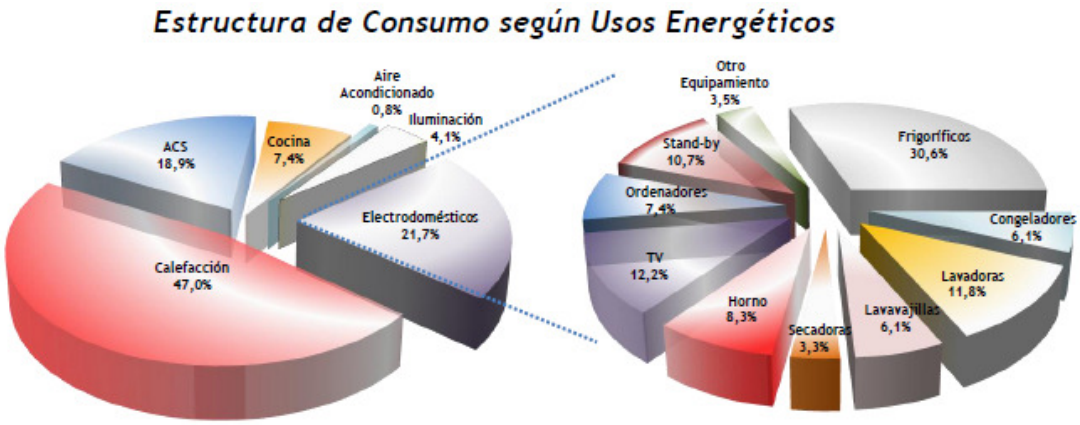
En concreto el consumo de energía final en el sector de la edificación en la Unión Europea representa el 40% del total anual. Sin embargo en España el porcentaje es menor, aunque supera la tercera parte del consumo de energía final global del país (residencial más servicios).

Imagen 10. Consumo de energía final por sectores en España.



Si se analiza el consumo por usos, en el sector residencial, el mayor consumo de energía durante la vida útil del edificio se produce por el gasto en calefacción, seguido de los electrodomésticos del hogar y del agua caliente sanitaria, como se puede observar en la siguiente gráfica:

Imagen 11. Consumo de energía final en una vivienda. Fuente: Proyecto Spahousec. IDAE



Frente a estos consumos la Unión Europea ha establecido una serie de objetivos obligatorios concretos para el sector de la edificación en el **Paquete 20-20-20 Energía y Cambio Climático**, que son: la reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero y un 20% de energías renovables junto a un objetivo indicativo de mejorar la eficiencia energética en un 20%.

Hay que tener en cuenta que el parque edificatorio español es un 85% residencial y el 15% restante equivale al sector terciario, y la aplicación de estas medidas tiene un impacto directo sobre el consumo de energía final y primaria.

1.1.2. Marco Normativo para el Sector de la Edificación

1.1.2.1. Europa

- *Directiva Europea 2002/91/CE*

Tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en los edificios de la Comunidad Europea, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia.

Los instrumentos establecidos por la Directiva son los siguientes:

- La adopción de una metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios.
- La aplicación de unos requisitos mínimos de eficiencia energética a los edificios nuevos y a los edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de los edificios.

- La inspección periódica de calderas de más de 20 kw y de los sistemas de aire acondicionado de más de 12 kw.

La transposición a la normativa española de estos instrumentos se ha realizado por medio de tres mecanismos:

- El Código Técnico de la Edificación que incluye la exigencia básica de ahorro de energía en los edificios (CTE DB-HE).
- Desarrollo de un sistema de Certificación Energética de los edificios.
- Revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

- *Directiva Europea 2010/31/CE*

Las directrices del futuro marco normativo se han redactado en la Directiva Europea 2010/31/CE. Esta directiva es una refundición de la Directiva 2002/91/CE, ambas persiguen la mejora de la eficiencia energética en los edificios, la última con unos objetivos más exigentes.

Las novedades de esta normativa son:

- Establecer un marco común general de la normativa de **cálculo de la eficiencia** energética de los edificios o partes del mismo.
- El CTE-HE1 será aplicable a todos los **edificios rehabilitados**, se elimina el requisito de superficie mínima 1000 m2.
- Los Estados Miembros deben calcular los niveles de eficiencia «coste óptimo» y ajustar los requisitos mínimos a esos niveles. Esto significará un incremento en los valores de **aislamiento** requeridos por el actual CTE-HE1.
- Los Estados Miembros deberán diseñar **instrumentos financieros** para estimular inversiones en eficiencia energética.
- En edificios de superficie útil superior a 500 m² con **certificado de eficiencia** energética será expuesto en lugar visible si se trata de un edificio frecuentado por el público. A partir de 2015 el límite será 250 m².
- Los edificios residenciales de oficinas y servicios que se construyan a partir de 2020 serán de **energía cero**, generarán la misma energía que consumen. El plazo para los edificios públicos de nueva construcción es 2018.

1.1.2.2 España

- *Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación*

El Código Técnico de la Edificación es un instrumento normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones. A través de esta normativa se cumplen los requisitos de la edificación relacionados con la seguridad estructural, protección contra incendios, la salubridad, la protección contra el ruido, el ahorro energético o la accesibilidad para personas con movilidad reducida.

El documento que traspone la Directiva *2002/91/CE* es el Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE (DB-HE), fija cinco exigencias básicas:

- CTE-DB-HE-1: *Limitación de la demanda energética*. Fija los mínimos normativos, en cuanto a aislamiento, protección solar de huecos, prevención de condensaciones y estanqueidad de ventanas.
- CTE-DB-HE-2: *Rendimiento de instalaciones térmicas*. Se desarrolla en el RITE.
- CTE-DB-HE-3: Eficiencia energética de las *instalaciones de iluminación*. Promueve el máximo aprovechamiento de la luz natural y se exigen factores de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación artificial.
- CTE-DB-HE-4: *Contribución solar mínima de ACS*. Exige un porcentaje de aportación de agua caliente sanitaria de origen solar dependiendo de la zona climática, uso del edificio y tipo de combustible de sustitución.
- CTE-DB-HE-5: *Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica*. Exige la instalación de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, según el uso del edificio.

- *Real Decreto 1027/2007: Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios*

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) es el CTE-DB-HE2 y regula las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.

Es de carácter básico, es decir, para su aplicación debe ser elaborada y desarrollada la reglamentación complementaria por parte de las Comunidades Autónomas. Ha sufrido modificaciones que se recogen en el RD 238/2013 de 5 de abril.

- *Real Decreto 235/2013: Certificación Energética de Edificios.*

Se trata de una normativa que obliga a certificar la eficiencia energética de edificios de nueva planta, reformados y existentes. Este nuevo Real Decreto deroga el Real Decreto 47/2007, ampliándolo y modificándolo, conforme a la transposición de la *Directiva Europea 2010/31/CE.*

En el Real Decreto se recogen los siguientes preceptos:

- Establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética.
- Se establece el Procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética.
- Se anuncia la obligación requerida por la citada Directiva 2010/31/UE, consistente en que, a partir del 31 de diciembre de 2020, los edificios que se construyan sean de consumo de energía casi nulo.
- Los plazos para la adaptación del Procedimiento básico a los edificios existentes, para la obtención del certificado y la obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética en edificios que presten servicios públicos.

- La obligación de realizar, por parte de los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, un inventario estadístico de las actuaciones relacionadas con los certificados energéticos registrados por ellas.
- También se regula la utilización del distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética, garantizando en todo caso las especificidades que sean precisas en las distintas Comunidades Autónomas.
- Se regula el control externo de los certificados de eficiencia energética por parte del órgano competente de la Comunidad Autónoma.
- Se crea en el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y adscrito a la Secretaria de Estado de Energía, el Registro general de documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética.

1.1.3. Certificación y Calificación energética

1.1.3.1. Evaluación Energética para la Certificación Energética

Para adquirir el certificado energético es necesario realizar, al proyecto o al edificio, una evaluación de su comportamiento energético. Para ello en España, contamos con el Documento Básico de Ahorro de energía del CTE que establece el procedimiento de cálculo para determinar la demanda energética, en la exigencia básica HE-1 y las exigencias que evalúan el rendimiento de las instalaciones térmicas, de iluminación y de agua caliente sanitaria, para incidir en el consumo energético.

Para el cálculo de la demanda energética existen dos opciones, la simplificada y la general. La opción simplificada calcula de un modo indirecto la demanda energética, estableciendo los parámetros de transmitancia térmica U y el factor solar modificado F de los componentes de la envolvente.

La opción general limita la demanda energética de una manera directa, mediante la introducción de los datos en un programa informático diseñado para tal efecto.

Criterios que condicionan la calificación energética

Las condensaciones, los puentes térmicos y la permeabilidad al aire de la carpintería son factores a tener en cuenta para la elección de materiales y del sistema constructivo, porque condicionan el obtener una buena calificación si son tratados correctamente o una mala calificación si se descuidan.

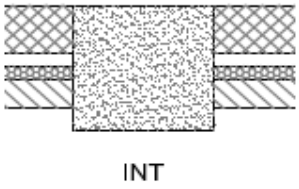
En primer lugar, las condensaciones se originan por un cambio de estado gaseoso a líquido del vapor de agua contenido en el aire que hay en el interior del edificio o en los cerramientos que cierran los espacios habitables. Este cambio de vapor a agua se produce cuando se incrementa la cantidad de vapor de agua ambiental o cuando se reduce la temperatura provocando la presencia de humedad en los cerramientos.

Se producen tanto en verano con el incremento del vapor de agua en el ambiente como en invierno con la reducción de la temperatura porque el aire frío permite contener menor cantidad de vapor de agua (3.2.3). Se clasifican en:

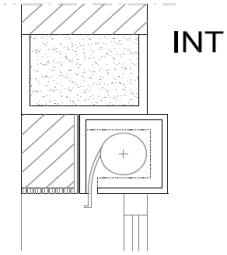
- **Superficiales** si se producen en la superficie interior del cerramiento, provocando la aparición de humedades y moho. Se tiene que contener la humedad relativa mensual en dicha superficie menor al 80%
- **Intersticiales**, se producen en el interior del cerramiento y se permiten siempre que no sea en la capa del aislamiento y que la cantidad de agua condensada anual sea menor a la evaporada anualmente y no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

Los puentes térmicos son zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción que conlleva a una minoración de la resistencia térmica causando grandes pérdidas, casi de un 20 %. Producen un enfriamiento local de la superficie interior del paramento que puede propiciar la aparición de condensaciones. Se sitúan en:

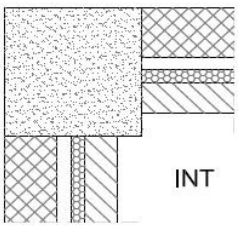
- Pilares



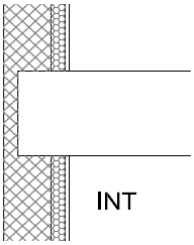
- Caja de persianas



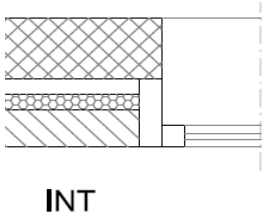
- Esquinas



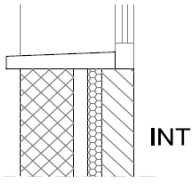
- Frente de forjado



- Contorno de huecos



- Alféizar



La permeabilidad al aire de las carpinterías es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m3/h, en función de la diferencia de presiones.

Clasificación según la norma UNE-EN 12207:

Tabla 1. Clasificación de las carpinterías por su permeabilidad al aire.

CLASE	PERMEABILIDAD AL AIRE a 100 Pa (46 Km/h) (m3/h·m2)	PRESIÓN MÁXIMA DE ENSAYO Pa (Km/h)
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	≤ 50	150 (56 Km/h)
2	≤ 27	300 (80 Km/h)
3	≤ 9	600 (113 Km/h)
4	≤ 3	600 (113 Km/h)

Hay que tener en cuenta, que una permeabilidad elevada conlleva entradas de aire no deseado que se traducen en cargas térmicas que es necesario compensar mediante consumos energéticos adicionales para evitar la pérdida de confort. Estos consumos adicionales generan inevitablemente mayores emisiones de CO2 y aumento de la factura energética.

1.1.3.2. Certificado de Eficiencia Energética

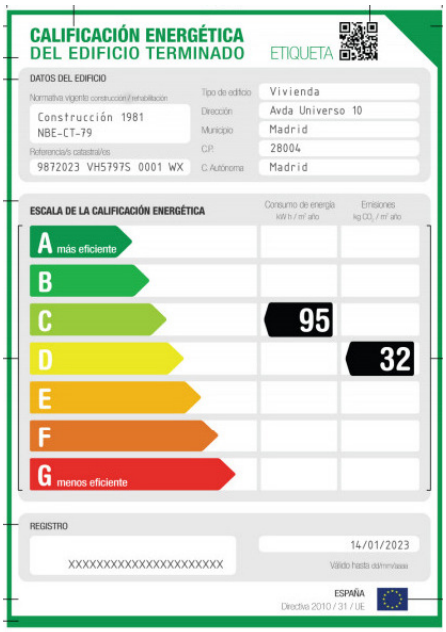
El certificado de Eficiencia Energética se puede generar con un programa informático, tras introducir los datos del Edificio a evaluar. El contenido mínimo del certificado que establece la normativa, según el art. 6 del RD 235/2013 es:

- **Identificación** del edificio o de la parte del mismo que se certifica, incluyendo su referencia catastral.
- Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.
- Descripción de las **características energéticas** del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.
- **Calificación** de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.
- Para los edificios existentes, documento de **recomendaciones para la mejora** de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de una parte de este.
- Descripción de las **pruebas** y comprobaciones llevadas a cabo, en su caso, por el técnico competente durante la fase de calificación energética.
- Cumplimiento de los **requisitos medioambientales** exigidos a las instalaciones térmicas.

La norma establece que a partir de 1 de junio de 2013 será obligatorio poner a disposición de los compradores o arrendadores de edificios o de parte de los mismos, para alquileres con una duración superior a cuatro meses, un certificado de eficiencia energética.

1.1.3.3. Etiqueta Energética

Imagen 12. Etiqueta Energética.



La etiqueta energética es un documento que expresa, con indicadores energéticos, el nivel de calificación energética del edificio. La clase energética varía desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Para obtener la etiqueta energética es necesario utilizar un programa informático de cálculo reconocido y debe hacer referencia al certificado de eficiencia energética del proyecto o del edificio terminado. Además será obligatoria su exhibición en edificios privados frecuentados habitualmente por el público y en los edificios ocupados por autoridades públicas

1.1.3.4. Control de las Administraciones Autonómicas

Las administraciones públicas realizarán un control externo de la eficiencia energética de los edificios. Cuando la calificación de eficiencia energética resultante de ese control externo sea diferente a la obtenida inicialmente, se le comunicará al promotor o propietario las razones que motivan las diferencias, se le dará un plazo para subsanar o se procederá a la modificación de la calificación obtenida. El incumplimiento de cualquiera de los preceptos del procedimiento de certificación se considerará infracción en materia de protección al consumidor.

El órgano competente se encargará de definir las inspecciones que sean necesarias con el fin de comprobar y vigilar el cumplimiento de la certificación energética de edificios. Asimismo establecerá las condiciones específicas para proceder a la renovación o actualización del certificado, cuya validez máxima es de 10 años.

1.1.4. Técnicas de Eficiencia Energética

Existen dos métodos de actuación para reducir la demanda energética en una vivienda, garantizando el confort térmico interior en régimen de verano y de invierno, son las técnicas pasivas y las activas. Ambas tratan de limitar el consumo energético para tener un impacto medioambiental de emisiones de CO2 menor.

1.1.4.1. Técnicas pasivas

Las técnicas pasivas se realizan sobre elementos que no consumen energía, como son los elementos fijos de la envolvente del edificio. Estas consideran las condiciones climáticas del entorno en el diseño de los edificios, con el fin de ahorrar energía.

Las actuaciones en la envolvente térmica se desarrollan sobre la tipología de cerramiento, el aislamiento térmico, los puentes térmicos, el tipo de hueco (marco y vidrio) y los elementos de sombreado.

- El cerramiento. Es necesario diseñar la envolvente con el uso de materiales de baja conductividad térmica que impidan la entrada y salida de calor. Como se ve en la figura siguiente, la cubierta es el cerramiento por donde más energía se pierde.

Imagen 13. Esquema de pérdidas de energía.

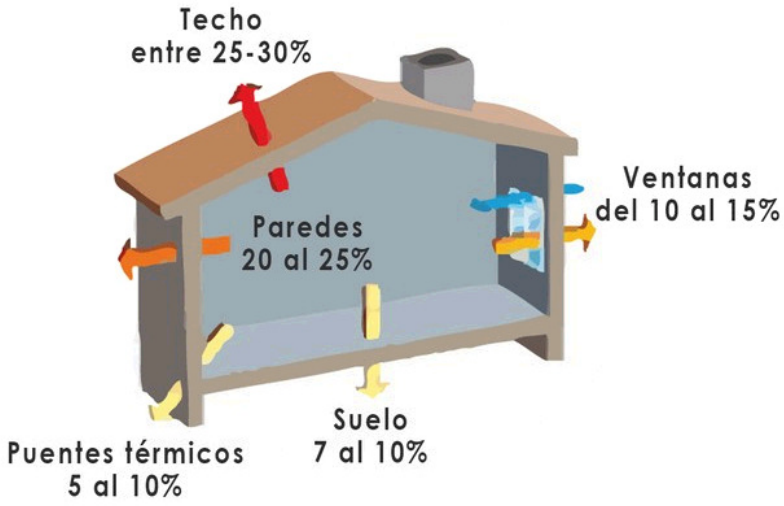


Diagrama de pérdidas de energia.

Para reducir estas pérdidas se actua sobre el **aislamiento térmico**, uno de los elementos clave que determinará la carga térmica final del edificio a lo largo del año.

Además el aislante ahorra energía en forma de calefacción y refrigeración, aumenta el confort de la estancia, reduce el riesgo de condensación que puede causar daño a los materiales del edificio incluso a la salubridad de las personas, evita cambios repentinos de temperatura que pueden causar grietas y mejora la acústica del edificio.

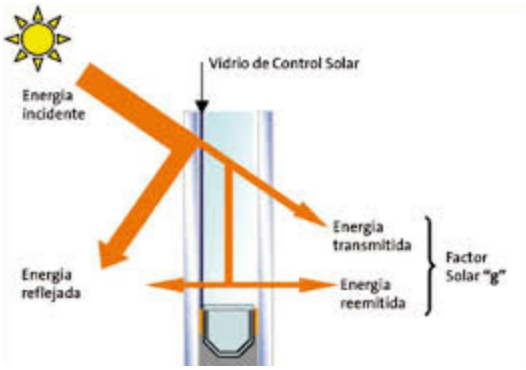
Imagen 14. Aislamiento en forjado, cubierta y fachada. Fuente: IDEA.

Los **puentes térmicos** son zonas en las que se altera la sección del cerramiento y, generalmente, la continuidad del aislamiento. El objetivo es reducir la transmitancia térmica en estos puntos. Los puentes térmicos se han descrito en el apartado 1.3.3.1 de este capítulo.

Los **huecos**, carpintería exterior, se definen según sus propiedades, transmitancia térmica del hueco y factor solar modificado, y en función de las propiedades del marco y del vidrio que la configuran. Estas propiedades son:

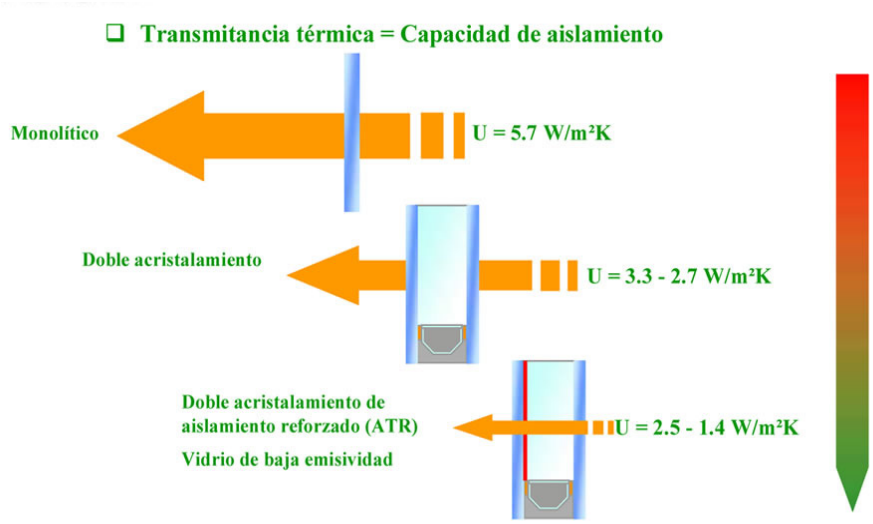
- El *factor solar del vidrio*. Es la relación entre la energía total que entra al local a través del acristalamiento y la energía solar que incide en la superficie exterior de dicho vidrio. Esta energía es la suma de la entrante por transmisión más la entrante como consecuencia de la absorción de energía solar por el cristal y posterior convección hacia el interior. Uso de vidrios bajo emisivos, proporcionan un bajo factor solar.

Imagen 15. Esquema del factor solar.



- *Transmitancia térmica del vidrio*: es la capacidad de entrar el calor a través del vidrio. Depende del tipo de vidrio, su espesor y de su composición. Existen en el mercado vidrios simples, compuestos y con tratamientos especiales y cada uno de ellos presenta una oposición a la entrada de calor diferente.

Imagen 16. Variación de la transmitancia en función de la composición del vidrio.



- *Factor de absortividad del marco (α)*. Es la fracción de la radiación solar incidente en el marco y que es absorbida por este. Depende del color del marco.

Tabla 2. Absortividad del marco para radiación solar α. Tabla E.10 del CTE.

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	---

- *Transmitancia térmica del marco*. Dependerá del material con el que se materialice el marco (metálico, madera y PVC) y de la posición en la envolvente (horizontal o vertical), como se observa en la tabla.

Tabla 3. Transmitancia térmica en función del material del marco del hueco.

MARCOS		Transmitancia térmica (U) W/m2K	
TIPO	**DESCRIPCIÓN**	**VERTICAL**	**HORIZONTAL**
METÁLICOS	METALICO sin rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	5,7	7,2
	METALICO con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,0	4,5
	METALICO con rotura de puente térmico mayor de 12 mm	3,2	3,5
MADERA	MADERA densidad media alta	2,2	2,4
	MADERA densidad media baja	2,0	2,1
PVC	DOS cámaras	2,2	2,4
	TRES cámaras	1,8	1,9

- *Factor solar modificado del hueco (F)*. Se determina por medio de una fórmula del CTE, en ella se tiene en cuenta el factor de sombra del hueco por voladizos, retranqueos o lamas, la fracción del hueco ocupada por el marco, el factor solar del vidrio, la U y α del marco.

Otra característica de definición de los huecos es el *tipo de cierre y apertura*, ya que puede condicionar la permeabilidad al aire de la carpintería. Las carpinterías pueden ser: correderas, oscilo-batientes, abatibles, pivotantes, de guillotina o basculantes, entre otras.

Imagen 17. Ventana Oscilobatiente, corredera y abatible.

La elección del tipo de carpintería incide en el gasto energético de la vivienda. Una ventana con una baja transmitancia térmica, un cierre estanco y vidrios especiales produce ahorros de un 10 %.

Los **elementos de sombra**. Los vidrios de las ventanas actúan como una trampa de calor, dejando pasar la luz solar y calentando los elementos del ambiente, pero la radiación calórica invisible que estos emiten no pasa a través del vidrio, así que queda almacenada en el interior. Este efecto es beneficioso en el invierno, pero no en verano por lo que se deben instalar protecciones solares que eviten las ganancias de calor en verano como los voladizos, toldos, persianas y porches.

La *Norma EN 13363-1* especifica un método simplificado para estimar la transmitancia total de energía solar de un dispositivo de protección solar combinado con un acristalamiento, basado en el coeficiente de transmitancia térmica y en el de transmisión de la energía solar total del acristalamiento así como en el factor de transmitancia luminosa y el factor de reflexión del dispositivo de protección solar.

Imagen 18. Elementos de sombra: Toldo, voladizo, persiana y contraventana mallorquina.

En la medida que se consiga amortiguar la entrada de calor en verano y frío en invierno en la vivienda de forma pasiva, se reducirá la demanda de las instalaciones energéticas de calefacción y refrigeración.

1.1.4.1. Técnicas activas

Se incide en el rendimiento de las instalaciones, es decir, en el ahorro de energía conservando el confort térmico del interior de las estancias del edificio. Las principales instalaciones sobre las que se puede reducir el consumo de energía son: la calefacción, el agua caliente sanitaria, la refrigeración y la iluminación.

- La calefacción

La instalación de calefacción en un edificio es la que más consumo de energía produce un 46% de la energía doméstica y una correcta selección de la distribución y de los equipos que la componen, actúa en la reducción de consumo sin mermar el confort.

Las instalaciones de calefacción pueden clasificarse según la producción de agua caliente que realice la caldera, a una vivienda o a varias.

- Instalación individual. Permite una mayor libertad a la hora de elegir el encendido de las instalaciones y la temperatura de las habitaciones, pagando cada uno por lo que consume y se reducen los derroches de energía. Pero esta instalación produce ahorro si se trata de edificios de uso en vacaciones o los fines de semana.
- Instalación centralizada. Esta instalación da servicio a las diferentes viviendas de un edificio con un solo equipo. Las ventajas que presenta frente a la instalación individual son:

Tabla 4. Ventajas de la calefacción centralizada frente a la individual.

POTENCIA TÉRMICA		Menor que la suma de las potencias de las calderas individuales que suministran al mismo edificio.
CALDERA	**RENDIMIENTO**	Mejor que el de muchas individuales.
	VIDA ÚTIL	Más larga, que las individuales.
MANTENI-MIENTO	**GASTO**	Menores, porque se reparten entre la comunidad de propietarios.
	RESPONSABILIDAD	Delegar al administrador. En una individual el responsable es el propietario.
SEGURIDAD		Más seguro. En la individual, el fallo de una caldera u otro elemento afecta a todos los demás.

Una medida de ahorro es utilizar un sistema de calefacción centralizado con contabilización individual del calor y la termorregulación autónoma de temperaturas. Así se unen las ventajas del sistema centralizado con el sistema individual. De este modo, cada propietario elige cuando encender la calefacción y los grados de temperatura en su vivienda, pagando cada uno por lo que consume.

- Instalación mixta de agua caliente sanitaria y calefacción. Se compone por una o más calderas que aportan el calor y dos circuitos de distribución separados que distribuyen el agua caliente para calefacción y aseo, a todo el edificio. Las instalaciones son complejas y requieren mantenimiento por técnicos especializados. Para este caso se puede contar con el apoyo de captadores solares.

El equipo principal de una instalación de calefacción, que genera el calor, es la caldera. Y se pueden clasificar en función de su rendimiento:

- Caldera estándar: su temperatura media de funcionamiento debe limitarse a partir de su diseño.
- Caldera de baja temperatura.
- Caldera de gas de condensación: son calderas más costosas pero proporcionan un ahorro de combustible al transmitir al agua de la caldera el agua de condensación de los gases. Es la de mayor vida útil, aproximadamente de 25 años y presenta un mayor rendimiento.

Tabla 5. Comparativa de rendimientos según tipo de caldera.

	RENDIMIENTO	
Potencia	**70 Kw**	
Carga	**A plena carga** 100 %	**A carga parcial** 30%
Estándar	90,69	88,54
Baja temperatura	90,27	90,27
Condensación	92,85	98,85

La distribución del calor en las diferentes estancias de una vivienda puede ser mediante radiadores, suelo radiante, bomba de calor o estufa.

- Radiadores. Es el sistema más económico y sencillo. Ofrecen un mayor control individual, para ello, es necesario que cuenten con una válvula termostática individual. Los elementos pueden ser de fundición, chapa de acero o aluminio, los primeros con mayor inercia térmica. La forma de conectar los diferentes radiadores de una vivienda influye sobre la eficiencia, siendo recomendable la instalación bitubular sobre la monotubular.

Imagen 19. Instalación de radiadores monotubular.

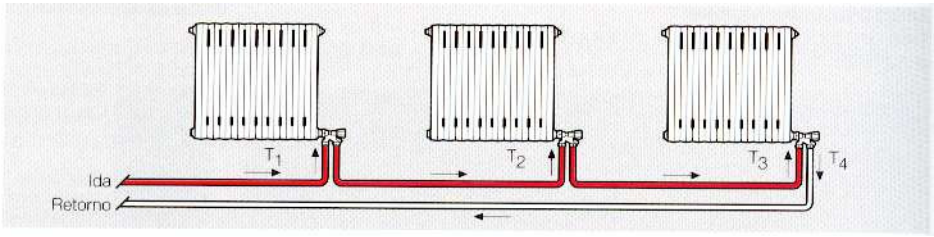
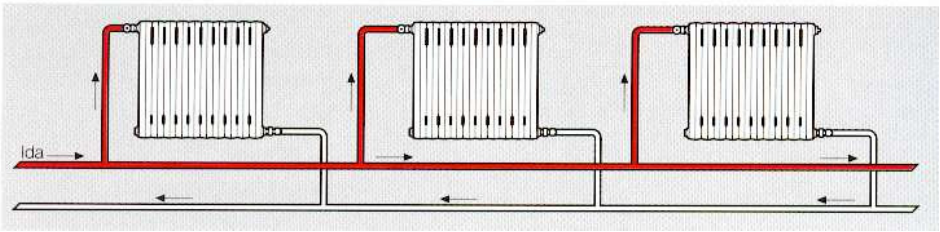


Imagen 20. Instalación de radiadores bitubular.



- Bomba de calor. Es un sistema reversible que puede funcionar en régimen de calor y/o frío. Es una máquina térmica que transfiere calor de una fuente fría a otra que está más caliente. Existe una gran variedad de bombas de calor, por su construcción pueden ser:
  - Compactas. Todos los elementos dentro de la misma carcasa.
  - Split o partidas. Formadas por dos unidades separadas.
  - Multi-split. Están constituidas por una unidad exterior y varios interiores

Su característica es la alta eficiencia que tienen: por cada kWh de energía consumida se transfiere entre 2 y 4 KWh de calor.

Imagen21. Bomba de calor compacta, partida y multisplit.

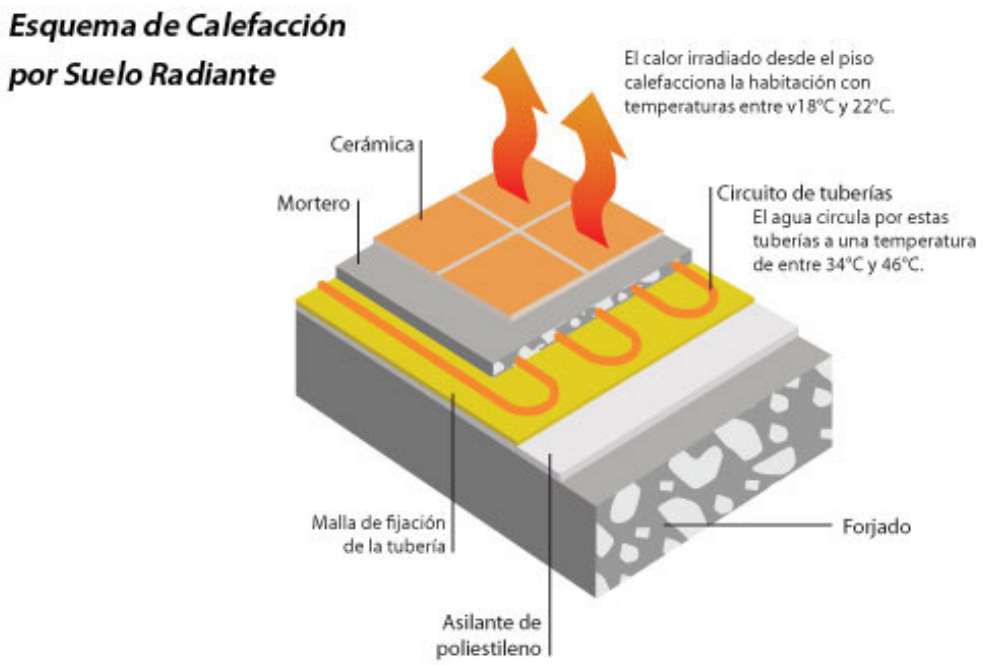
- Estufas y calderas de biomasa. La biomasa es un nuevo combustible alternativo a los derivados del petróleo. Es menos contaminante y no contribuye con gases de efecto invernadero, ya que el balance de CO2 es cero y tienen un menor precio. Se utilizan astillas y pellets como combustible y es capaz de abastecer frio y calor. Pueden ser:

  - Estufas, que calientan una única estancia.
  - Calderas de baja potencia para viviendas unifamiliares.
  - Calderas diseñadas para la centralización de un edificio.
  - Centrales térmicas que calientan varios edificios.

- Suelo radiante. Consiste en un tubo de material plástico por cuyo interior circula agua caliente a baja temperatura, embutido en el forjado del suelo. Las ventajas de la instalación son:

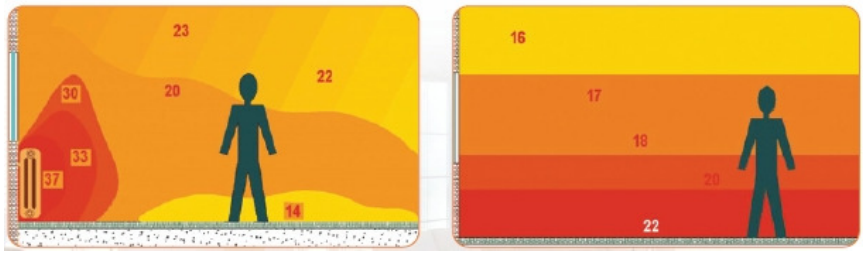
  - Buena distribución del calor la Temperatura interior es de 20 ºC y en el suelo de 22-24 ºC, las corrientes de convección son pequeñas.
  - Ausencia de aparatos terminales.
  - Costes de explotación menores.
  - La caldera produce menos energía para garantizar el confort, ya que con la irradiación desde el suelo el calentamiento es uniforme, y como el agua que se emplea está a 30-40 ºC en comparación con los 70-80 ºC necesarios en un sistema de calefacción tradicional, los ahorros son mayores.

Imagen 22. Composición y comportamiento del suelo radiante.



La distribución de calor mediante suelo radiante favorece las condiciones de confort del cuerpo humano. Según múltiples estudios, se considera a los pies como la parte del cuerpo humano más sensible al frío. Con este sistema las temperaturas se reparten uniformemente, 22-29℃ a ras del suelo y 18-20℃ a la altura de la cabeza.

Imagen 23. Temperatura ambiente (ºC) en una habitación calefactada por suelo radiante y radiadores.



Pero las instalaciones de suelo radiante también presentan inconvenientes, como posibilidad de fugas, dificultad de purgar el aire y de vaciar la instalación, ejecución muy bien realizada para evitar problemas de dilataciones.

Hábitos de uso para conseguir ahorros:

- Temperaturas de consigna en viviendas de 20 ºC, cada grado por encima se consume de 5-7% más de energía.
- Evitar abrir ventanas y puertas para mantener el calor.
- Revisiones periódicas de los equipos de calefacción y de los quemadores.

- La Refrigeración

Para llevar a cabo una extracción de calor en verano en el interior de la vivienda y enfriarla, debe instalarse un sistema de acondicionamiento de aire, que está constituido por un conjunto de equipos.

La clasificación de los sistemas de aire acondicionado puede realizarse según cuatro criterios: según el tipo de fluido, según la centralización, según la unidad terminal y según la velocidad del aire.

a) Según el tipo de fluido
   - Todo Aire. Son instalaciones que enfrían o calientan únicamente el aire. Pueden ser de conducto único o doble.
   - Aire-Agua. Emplean los dos fluidos para enfriar o calentar. El aire se trata en una unidad central y se distribuye a los locales como si se tratase de un sistema todo aire de conducto único. El agua se enfría o se calienta en otra unidad central y se hace llegar a los locales, donde cederá o absorberá calor del ambiente. *Fan-coils* y los *inductores*.
   - Todo Agua. Es igual que el anterior, pero solo emplea agua.
   - Fluido Frigorífico. El fluido frigorífico es el que enfría el local. Distribuyen el frio por los acondicionadores de ventana (VRV).

Imagen 24. Fan-coil y Acondicionador de ventana.

b) Según la centralización o dispersión de los equipos que componen la instalación de frío:
   - Sistema centralizado. El enfriamiento del aire o del agua se realiza en una central que posteriormente distribuye el frio a los locales.
   - Sistema semicentralizado. El proceso de enfriamiento se realiza una parte en la central y la otra en el local.
   - Sistema descentralizado. El tratamiento del aire se realiza en máquinas colocadas en el propio local.

c) Según la forma de la unidad que acondiciona el aire:
   - Sistema tipo central o unidad climatizadora. Conjunto de elementos que se acoplan formando unidades modulares.
   - Equipo autónomo. En él se realizan todos los procesos de acondicionamiento.

d) Según la velocidad del aire:
   - Baja velocidad. Cuando la velocidad es menor de 11 m/s
   - Alta velocidad. Cuando las velocidades están comprendidas entre 11 y 25 m/s.

Otras características en los sistemas de refrigeración son:

- Tecnología inverter. Contiene un variador de frecuencia que actúa sobre el compresor y que aplica una reducción o aumento de potencia frigorífica a la salida del aparato en función de la temperatura necesaria sin tener que conectar y desconectar el compresor. La temperatura es más uniforme y se consiguen ahorros significativos respecto de los sistemas convencionales. La vida útil es mayor.

- Enfriador evaporativo. Es un sistema diferente al aire acondicionado. Trabaja bien en climas calientes y secos. Estas unidades enfrían el aire a través de un proceso de evaporación y lo soplan hacia el interior del edificio. La instalación cuesta la mitad menos que un aire acondicionado centralizado y utilizan el 25% de la energía que emplean los otros sistemas. No obstante, suelen necesitar más mantenimiento.

Imagen 25. Enfriador Evaporativo.

Diversos tratados realizan la afirmación que “los edificios que están diseñados con pautas bioclimáticas y bien aislados, no necesitan ningún sistema de refrigeración adicional a la ventilación”. Y es cierto, pero las exigencias normativas (RITE) obligan a garantizar y justificar el confort térmico de las viviendas en verano, mediante instalaciones para tal fin.

- El Agua Caliente Sanitaria, ACS.

Es una instalación de energía solar térmica que permite aprovechar el calor solar para calentar agua que sea consumida o utilizada para calefactar.

Los captadores transforman la radiación del sol en calor, que es transportado y almacenado en un depósito mediante un fluido caloportador. A través del intercambiador el fluido transfiere el calor al agua de consumo situada en el sistema de acumulación.

Es necesaria la instalación de un equipo auxiliar que se utiliza para completar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar.

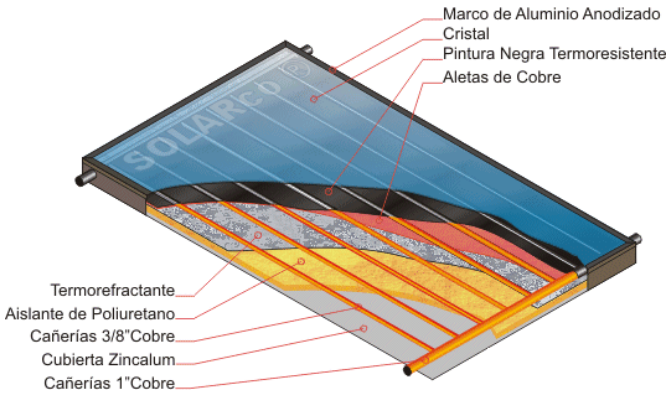
Imagen 26. Esquema Instalación de agua caliente sanitaria.

A lo largo de un año los colectores solares pueden producir entre el 60% y el 70% del apoyo solar para la producción del agua caliente sanitaria de la vivienda, reduciendo en igual medida las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

La instalación solar térmica está constituida por:

- Un sistema de captación. Formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.

Imagen 27. Composición de una placa solar térmica.



- Un sistema de acumulación, constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.

- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente que se consume.

- Sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.

- Sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.

- Equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

NOTA: Los acumuladores solares son diferentes de los calentados por las calderas, si bien el agua de los solares posteriormente se lleva a los depósitos de las calderas para alcanzar las temperaturas de consigna.

Tanto en el circuito de distribución como en el de retorno, la temperatura nunca será inferior a 50 ºC, evitando así la aparición de legionela. Aunque la instalación permitirá que el agua alcance al menos la temperatura de 70ºC para compensar las pérdidas térmicas, sin sobrepasar los 60 ºC en los puntos de consumo, para evitar quemaduras.

Capítulo 2

Descripción de la vivienda

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA
2.2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1.1. Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es la ejecución de un edificio en esquina entre medianeras compuesto por planta baja comercial más tres viviendas en plantas altas.

El edificio se ubica en la calle Palleters y la calle Cheste de la ciudad de Aldaia en la provincia de Valencia.

2.1.2. Cumplimiento normativa urbanística y técnica

En el proyecto es de aplicación el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Aldaia, cumpliendo los parámetros volumétricos, de uso y tipológicos que por él se establecen. Además el proyecto cumple las siguientes normas técnicas:

- Ley 6/1998, de 13 de Abril, sobre Régimen del Suelo y Valoraciones.
- Ley 38/1999, de 5 de Noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación.

2.1.3. Descripción general del edificio

El edificio se compone en la planta baja por el acceso al edificio por la calle Cheste y bajo comercial y en plantas altas por tres viviendas, una por planta, la última (3ª) cuenta con un acceso privado a la planta bajo cubierta.

El uso del edificio es residencial en plantas altas y comercial en planta baja.

El edificio se configura en un solar de 84,84 m2, en esquina, y tiene el acceso por la fachada sur.

El programa de necesidades configura en planta baja el zaguán, la escalera de acceso a las viviendas, el local comercial y el transformador.

La planta primera y segunda, están ocupadas por una vivienda tipo A que cuenta con salón-comedor, cocina, pasillo, dos dormitorios, baño y lavadero. La tercera planta está ocupada por una vivienda tipo B que tiene acceso a la planta bajo cubierta; cuenta con salón-comedor, cocina, pasillo, dos dormitorios, baño y escalera y en la planta superior dormitorio, distribuidor, aseo y terraza descubierta.

Las zonas comunes del edificio son el zaguán, la escalera y los rellanos, un patio mancomunado en planta 1ª en el cual se ubican las instalaciones de las viviendas y en el que no se abre ningún hueco en fachada. En la planta bajo cubierta se encuentran los cuartos para instalaciones y el acceso a la terraza comunitaria.

2.1.4. Superficies útiles

Las superficies útiles en el edificio son las siguientes:

VIVIENDA TIPO A	
Salón-Comedor	19,15 m2
Cocina	7,30 m2
Pasillo	2,50 m2
Dormitorio 1	13,65 m2
Dormitorio 2	8,30 m2
Baño	3,85 m2
Lavadero	1,95 m2
Total	**56,70 m2**

VIVIENDA TIPO B	
Planta inferior	
Salón-Comedor	19,15 m2
Cocina	7,30 m2
Pasillo	2,50 m2
Dormitorio 1	12,80 m2
Dormitorio 2	8,30 m2
Baño	3,55 m2
Escalera	3,20 m2
Planta superior	
Dormitorio 3	8,80 m2
Distribuidor	3,50 m2
Aseo	3,40 m2
Total	**72,50 m2**
Terraza descubierta	6,00 m2

Vivienda A ___ 2 x 56, 70 = 113,40 m2

Vivienda B ___ 1 x 72,50 = 72,50 m2

Total ____ 185,90 m2

LOCAL COMERCIAL	**31,20 m2**
TRANSFORMADOR	**16,70 m2**
SOLAR	**84,84 m2**

Total Superficies Útiles ____ 233,8 m2

Las superficies construidas son las siguientes:

ELEMENTOS COMUNES	
Planta Baja	28,30 m2
Planta 1ª	16,60 m2
Planta 2ª	16,60m2
Planta 3ª	16,60 m2
Planta Bajo Cubierta	11,00 m2
Total	**89,10 m2**

ESPACIOS	
Local Comercial	35,30 m2
Vivienda Tipo A, 1º	67,15 m2
ViviendaTipo A, 2º	67,15 m2
Vivienda Tipo B, 3º	90,95 m2
Total	**260,55 m2**

Tras el reparto de los elementos comunes:

Superficie construida total	**370,84 m2**

2.2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

Acondicionamiento del terreno

Se efectuará de acuerdo a las dimensiones y profundidades expresadas en el plano de cimentación, previo desbroce y limpieza del solar.

Cimentación

Cimentación de pilares: se configura mediante zapatas y vigas riostras de hormigón armado HA-25/B/20/IIa y acero B-500S, según planos, de canto 70 y 40 cm. respectivamente, sobre una capa de hormigón de limpieza HM-20 de 10 cm.

Estructura

Pilares: de hormigón armado según cálculos y cuadro de pilares. Hormigón HA-25/B/20/I y acero B-500-S.

Vigas: de hormigón armado planas, de canto 30 cm., armadas según planos de despiece. Hormigón HA-25/B/20/I y acero B-500-S.

Zunchos: de hormigón armado de canto 30 cm., armado según proyecto. Hormigón HA-25/B/20/I y acero B-500-S.

Forjado: unidireccional, canto 30 cm, formado por viguetas prefabricadas, dimensiones según cálculos, bloques de hormigón aligerado y capa de compresión.

Losa de escalera: formada por hormigón armado HA-25/B/20/I de 14 cm. y 20 cm. de espesor, en rellano intermedio, y armada según instrucciones y planos de proyecto.

Caja de escalera: formada por ladrillo panal 24x12x10 cm.

Saneamiento

Sistema separativo de recogida de aguas pluviales y fecales. Tubería de PVC colgada del techo de planta baja, con encuentro mediante piezas especiales. Tubería de encuentro a acometida a red general de saneamiento de PVC, anillada, colgada a techo de planta baja de diámetros específicos en proyecto. Pendiente mínima de 1,5 % según CTE- DB HS.

Albañilerías

Fachada c/ Xest i Palleters (F1): fábrica de ladrillo cerámico caravista, tomada con mortero 1:6 de cemento, enfoscado interiormente con mortero de cemento hidrófugo, aislamiento térmico con lana de roca de 5 cm. de espesor y trasdosado de placa de yeso de 1cm. de espesor en viviendas. Espesor total de 25 cm.

Fachada de patio de luces (F2): formadas por una hoja de ladrillo triple hueco de 25x12x11 cm. tomado con mortero 1:6, enfoscada con mortero hidrófugo al exterior. En la cara interior enfoscado con mortero de cemento, aislamiento térmico en con lana de roca de 5 cm. de espesor y trasdosado de placa de yeso de 1 cm. de espesor. Espesor total de 20 cm.

Medianeras en planta vivienda y zaguán (M1): formadas por una hoja de ladrillo triple hueco de 25x12x11 cm. tomado con mortero 1:6 enfoscado en su interior, aislamiento térmico con lana de roca de 5 cm. de espesor y trasdosado de placa de yeso de 1 cm. de espesor, y revestimiento superficial pintura o plaqueta cerámica, definido según proyecto. Espesor total de 20 cm.

Medianera cuarto de instalaciones (M2): fábrica de bloque cerámico termoarcilla 24 cm de espesor, rematado interiormente con enfoscado de mortero. Espesor total de 25 cm.

Tabiquería y particiones

Tabiquería divisoria bajo comercial-zaguán, caja de ascensor Planta 4 (P1): constituida por una fábrica de ½ pié de ladrillos cerámicos perforados de 24x11.5x11 cm., acabado con placa de yeso y aislamiento térmico de lana de roca revestimiento vertical en zaguán. En local comercial acabado enfoscado. Espesor total de 15 cm.

Tabiquería cuarto de instalaciones-local comercial (P2): fábrica de bloque cerámico de termoarcilla de 14 cm. de espesor, enfoscado a dos caras. Cara del bajo comercial aislamiento térmico en lana de roca de 5 cm, acabado en placa de yeso. Espesor total 25 cm.

Tabiquería divisiones cuarto húmedo bajo comercial e instalaciones Planta 4 (P3): constituida por una fábrica de ½ pié de ladrillos cerámicos perforados de 24x12x10 cm., enfoscado a dos caras. Espesor total de 10 cm.

Tabiquería divisoria vivienda-zona común (P4): fábrica de ladrillo cerámico doble hueco de 7cm. de espesor, aislamiento térmico de lana de roca de 5 cm. y acabado en placa de yeso. Espesor total 15 cm.

Particiones en vivienda (P5): doble placa de yeso rellena de aislamiento térmico de 7 cm. de espesor. Espesor total: 10 cm.

Particiones en vivienda locales húmedos (P6): placas de yeso especial, reforzado humedad, aislamiento interior en lana de roca 7 cm. de espesor, rematado con plaqueta cerámica. Espesor total 10 cm.

Antepecho terraza no transitable: ladrillo triple hueco 25x12x10 cm enfoscado a dos caras. Espesor total 15 cm.

Cubierta

Cubierta plana transitable (C1): formación de pendientes con hormigón celular de 5-15 cm, capa de mortero de regularización de 2 cm., imprimación asfáltica, impermeabilización con lámina asfáltica de betún elastómero SBS tipo PN-7, lámina geotextil, aislamiento con placas de poliestireno extrusionado de alta densidad tipo IV de 6 cm de espesor, fieltro separador, capa de mortero, plaqueta cerámica. Se resuelve en: patio mancomunado, terraza comunitaria y terraza particular.

Cubierta plana no transitable (C2): formación de pendientes con hormigón celular de 5-15 cm, capa de mortero de regularización de 2 cm., imprimación asfáltica, impermeabilización con lámina asfáltica de betún elastómero SBS tipo PN-7, lámina geotextil, aislamiento con placas de poliestireno extrusionado de alta densidad tipo IV de 6 cm de espesor, fieltro separador y capa de grava de 10 cm. tamaño de árido variable 12 – 16 mm.

Suelo en contacto con el terreno (C3): solera de 15 cm. de espesor, hormigón en masa HM-20, con placa de poliestireno extruido de 4 cm de espesor (URSA XPS NIII), rematada con pavimento de mármol.

Tejado

Tejado inclinado (T1): Soporte resistente formado por forjado unidireccional inclinado, lámina impermeabilizante, capa de aislamiento térmico con proyectado de poliuretano de 6 cm y rastrelado de madera, acabado con teja anclada mecánicamente.

Firmes y pavimentos

Viviendas, rellano de acceso viviendas y zaguán: se dispondrá un pavimento de piedra natural, mármol.

Escalera y vestíbulos previos: se colocará un pavimento de baldosas de mármol.

Revestimientos continuos

Viviendas, rellano de acceso a éstas y zaguán: se colocará un falso techo con un sistema autoportante Knauf de yeso laminado formado por una placa estándar de 12,5 mm. de espesor, atornillada a una estructura metálica de acero galvanizado.

Patio de luces: revestimiento con mortero hidrófugo de 1,5 cm de espesor.

Chapados y alicatados

Baños, aseos, cocinas y lavadero: se recubrirán las paredes hasta el techo con un alicatado realizado con baldosa de gres porcelánico de 20x20 cm., tomada con mortero de cemento tipo C1, rejuntándose posteriormente con una lechada de cemento tipo CG1.

Vierteaguas de ventanas y miradores: rematado con pieza de piedra natural.

Pinturas

Paredes interiores y el falso techo: se terminarán con pintura plástica lisa, previo lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones, mano de fondo con pintura plástica diluida muy fina, plastecido de faltas y dos manos de acabado

Paramentos patios de luces: impermeabilizante acrílico elástico antifisuras, funguicida-algicida, resistente a la intemperie con textura liso y acabado mate.

Carpintería exterior

Ventanas, ventanales y miradores: carpintería de aluminio lacado corredera con rotura de puente térmico modelo L86 Corredera Rpt (Extrugasa), con precerco de acero galvanizado y doble acristalamiento (4-6-4), con persiana monoblock de aluminio de lama de espesor estrecha. Como propiedades presenta un coeficiente de transmisión térmica de 4,3 W/(m2ºK), permeabilidad al aire 2 y 70mm de espesor.

Carpintería interior

Puertas en viviendas: carpintería de madera chapada de haya. Las puertas serán de una hoja y apertura abatible, de dimensiones 72 cm x 203 cm. y 82 cm x 203 cm.

Puerta de acceso vivienda: hoja maciza, lisa acorazada, rechapada en haya, canteada de 45 mm.de grueso, con cerradura seguridad 5 puntos.

Puerta acceso zaguán: puerta acristalada, resistirá sin romper un impacto de nivel 3 o tendrá una rotura de forma segura, cumpliendo el apartado 1.3 del DB SU2 del CTE.

Vidrios

Se empleará un acristalamiento realizado con doble vidrio aislante bajo emisivo 0,1-0,2, compuesto por vidrio incoloro de 4mm. en el interior, cámara de aire deshidratado entre ambos de 6mm., sellada perimetralmente, y vidrio incoloro de 4mm. en el exterior, con doble sellado de butilo y polisulfuro, colocado con perfil continuo, junta de neopreno y junquillos.

Cerrajería y defensas

Escaleras: se dispondrán barandillas de 1,00 m. de altura realizadas con perfiles metálicos huecos de acero galvanizado, bastidor formado por barandales superior e inferior, pilastras cada 2,5 m. como máximo, de 20x40 mm. y montantes de 30x30 mm. cada 12 cm., según los planos del proyecto.

Huecos de ventilación natural: se dispondrán rejillas de perfiles de aluminio anodizado.

Instalaciones

Instalación eléctrica: se realizará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente y sus instrucciones complementarias. La instalación eléctrica se compondrá de:

- Acometida.
- Instalación de enlace, compuesta por Caja General de Protección (CGP), Línea General de Alimentación (LGA) con interruptor general de maniobra, Centralización de Contadores (CC) con fusibles de seguridad, Derivaciones Individuales (DI), Cajas para Interruptor de Control de Potencia (ICP) y

Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP / Cuadro General de Distribución).

- Instalación Interior, con electrificación elevada, compuesta como mínimo de seis circuitos (uno de alumbrado, uno para tomas de corriente de uso general y frigorífico, otro para cocina y horno, otro para lavadora, lavavajillas y termo eléctrico, otro para tomas de corriente de cuartos de baño y bases auxiliares de cocina y otro adicional para tomas de corriente de uso general).
- Conexión y puesta a tierra de toda la instalación, de acuerdo con la ITC-BT-18 y con la norma tecnológica NTE-IEP.

Fontanería y aparatos sanitarios: La red de agua fría y A.C.S. se realizará con tuberías de polietileno reticulado, tanto en montantes como en red horizontal de distribución interior, debidamente aisladas con coquillas para garantizar la no condensación y ruido. La instalación se compondrá de:

- Acometida, compuesta por llave de toma, tubo de acometida y llave de corte en el exterior de la propiedad.
- Instalación general, compuesta de llave de corte general en el interior de la propiedad, filtro para retención de residuos, centralización de contadores con llave de corte antes de cada contador y válvula de retención después de cada contador y ascendentes o montantes, los cuales dispondrán en su base de válvula de retención, llave de corte y llave de paso con grifo o tapón de vaciado.
- Instalaciones Particulares, con llave de paso situada en el interior de la vivienda, derivaciones particulares, ramales de enlace y puntos de consumo.

Calefacción y Agua Caliente Sanitaria: instalación mediante radiadores de aluminio que estarán alimentados mediante un circuito que los conecte con la caldera situada en planta cuarta. Se contará con el aporte generado por captadores solares situados en cubierta. Cada radiador cuenta con una válvula termostática individual.

Refrigeración: instalación de aire acondicionado del tipo multizona cuyos aparatos exteriores se emplazarán en la planta de cubierta. El circuito de conductos pasará por las cámaras creadas a tal efecto con el falso techo. La instalación se dividirá en las zonas necesarias separando la cocina del resto para evitar la propagación de los olores.

Gas: instalación de gas natural.

Varios

Se dispondrá el correspondiente amueblamiento de cocinas con muebles altos y bajos. Los fregaderos serán de acero inoxidable y cocina eléctrica.

El ascensor será eléctrico, de cuatro paradas con puertas automáticas para, 3 personas.

Capítulo 3

Evaluación de la Eficiencia Energética

1.1. DEMANDA ENERGÉTICA. CTE DB-HE1

1.2. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS. CTE DB-HE2

1.3. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS. CTE DB-HE 4

1.4. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DE PARTIDA

1.5. MEJORAS

3. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

3.1. DEMANDA ENERGÉTICA. CTE DB HE 1

Para evaluar energéticamente el edificio es necesario analizar la envolvente térmica del edificio. Para ello, utilizamos la opción simplificada que desarrolla el Código Técnico de la Edificación en el Documento Básico de Ahorro de Energía (CTE DB – HE-1).

Es posible su aplicación porque el porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60 % de su superficie (medida desde el exterior):

	SUPERFICIE	SUPERFICIE DE HUECOS	% DE HUECOS
Fachada Sur	215 m2	65 m2	30 %
Fachada Oeste	75 m2	5,8 m2	8 %

Comprobado que podemos efectuar el cálculo con la opción simplificada, seguimos los pasos que se establecen en el apartado 3.2.1.4 del CTE:

a) Localización del edificio: Aldaia

- Clima de la localidad, **B3**, según zonificación climática (3.1.1)
- Carga interna en los espacios, **higrometría 3**, son espacios en los que no se prevé una alta producción de humedad, son todos los espacios de edificios no residenciales.

b) Clasificación de espacios

- Espacios habitables: todos los recintos del edificio.
- Espacios no habitables:
  - Planta Baja: el cuarto del transformador, el cuarto de basuras y CGP.
  - Planta bajo cubierta: cuarto ascensor y cuarto instalaciones.

c) Definición de la envolvente térmica y cerramientos objeto según el apartado 3.2.1.3

Cubiertas: Cubierta plana transitable (C1), cubierta plana no transitable (C2) y Tejado (T1).

Suelos: Solera, forjados sobre espacio no habitable, voladizos (contacto con el espacio exterior).

Fachadas: fachada calle (F1) y fachada patio de luces (F2).

Medianeras: medianera viviendas (M1) y medianera cuarto de instalaciones (M2).

Particiones interiores: particiones ladrillo perforado + aislamiento (P1), partición termoarcilla 14 (P2), partición ladrillo Perforado (P3), Partición vivienda-z. común (P4), Particiones viviendas (P5) y particiones locales húmedos (P6) y forjado (F1).

d) Comprobar la permeabilidad al aire de los huecos (2.3)

La permeabilidad al aire de las carpinterías situadas en zonas climáticas B3, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a 50 m3/hm2.

Las carpinterías que se disponen en vivienda son de clase 2 clasificadas según (UNE-EN 12207:2000), es decir presentan una permeabilidad al aire de 27 m3/hm2.

27 m3/hm2 <50 m3/hm2 CUMPLE

Tabla 1. Permeabilidades al aire de referencia a 100 Pa y presiones máximas de ensayo, relacionadas con la superficie total, para las clases 1 a 4.

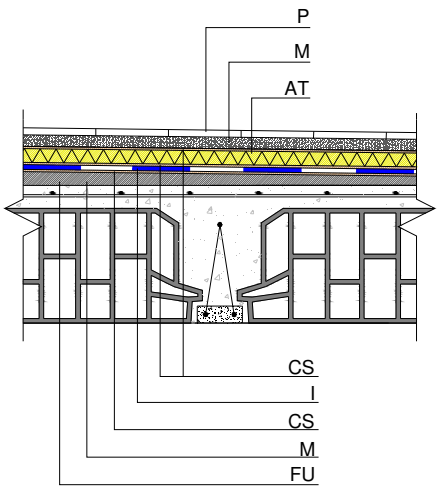
Clase	Permeabilidad al aire de referencia a 100 Pa $m^3 / h \cdot m^2$	Presión máxima de ensayo Pa
0	No ensayada	
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

e) Cálculo de los parámetros característicos, es decir la transmitancia térmica, U de los componentes de los cerramientos y particiones interiores, (Apéndice E).

- Cerramientos en contacto con el exterior:

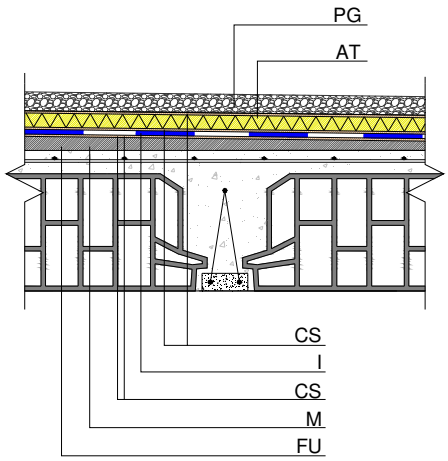
CUBIERTA TRANSITABLE, C1

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
P	0,015	1	0,015
M	0,02	0,55	0,036
AT	0,06	0,034	1,765
I	0,01	0,23	0,043
M	0,03	0,41	0,073
FU	0,3	1,422	0,211
Y	0,01	0,57	0,018
Rsi			0,1
TOTAL	0,445		2,301
Us	1/2,301 =		0,43 < 0,59



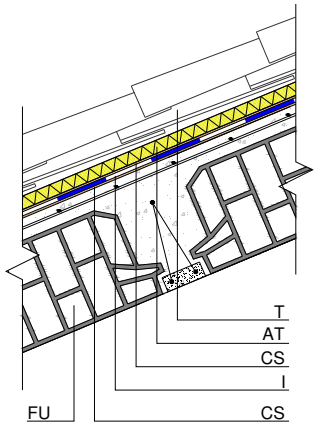
CUBIERTA NO TRANSITABLE, C2

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
PG	0,05	2	0,025
AT	0,06	0,034	1,765
I	0,01	0,23	0,043
M	0,02	0,55	0,036
FU	0,3	1,422	0,211
Y	0,01	5,7	0,002
Rsi			0,100
TOTAL	0,45		2,222
Us	1/2,222 =		0,45 < 0,59



TEJADO, T1

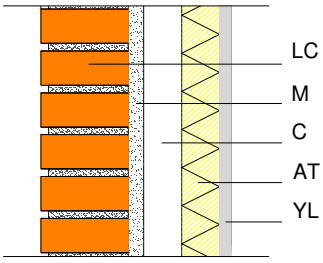
Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
T	0,02	1,3	0,015
AT	0,06	0,034	1,76
I	0,01	0,23	0,043
FU	0,3	1,422	0,211
Y	0,01	0,57	0,018
Rsi			0,1
TOTAL	0,4		2,192
U	1/2,192 =		0,46 < 0,59



$U_{Cm} \leq U_{Clim}$_____0,44 ≤ 0,45 W/m2KCUMPLE

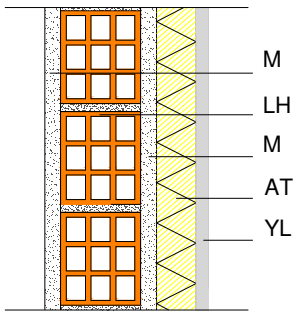
FACHADA CARA VISTA, F1

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
LC	0,115	0,567	0,203
M	0,02	0,8	0,025
C	0,05		0,09
AT	0,05	0,05	1
YL	0,015	0,25	0,06
Rsi			0,13
TOTAL	0,25		1,548
U	1/1,548 =		0,65 < 1,07



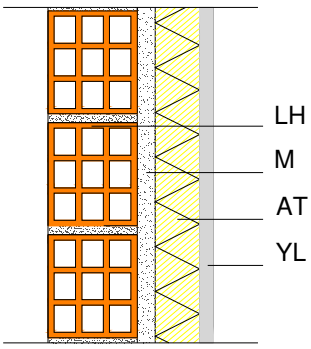
FACHADA PATIO DE LUCES, F2

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
M	0,02	0,8	0,025
LH	0,12	0,6	0,2
M	0,02	0,8	0,025
AT	0,05	0,05	1
YL	0,015	0,25	0,06
Rsi			0,13
TOTAL	0,225		1,48
U	1/1,48 =		0,68< 1,07



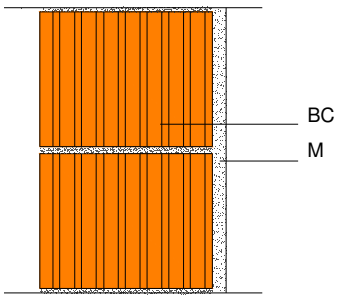
FACHADA MEDIANERA, M1

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
LH	0,12	0,6	0,200
M	0,02	0,8	0,025
AT	0,05	0,05	1
YL	0,015	0,25	0,060
Rsi			0,13
TOTAL	0,205		1,455
U	1/1,548 =		0,69 < 1,07



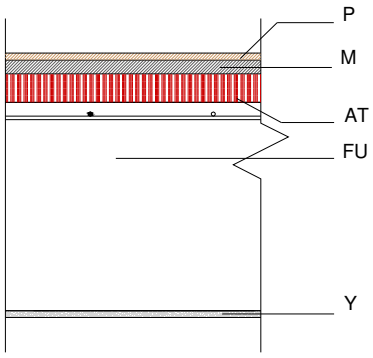
MEDIANERA CUARTO DE INSTALACIONES, M2

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
BC	0,24	0,298	0,81
M	0,02	0,8	0,025
Rsi			0,13
TOTAL	0,26		1,00
U	1/1 =		1,00 < 1,07



FORJADO, F P1

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
P	0,01	2,3	0,004
M	0,02	0,55	0,036
AT	0,04	0,034	1,76
FU	0,3	1,422	0,211
Y	0,01	0,57	0,018
Rsi			0,17
TOTAL	0,38		1,656
U	1/1,656 =		0,60 < 0,68



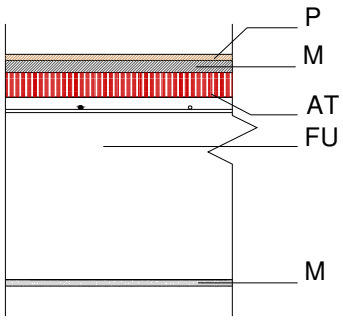
LEYENDA

Espesor	m2	Rse	Resistencia Superficial Exterior
Conductividad Térmica	W/mK	Rsi	Resistencia Superficial Interior
Resistencia Térmica	m2K/W		
Transmitancia, U	W/m2K		

LH	Fábrica de Ladrillo hueco	I	Impermeabilizante
BC	Fábrica de Bloque cerámico	PG	Solado de Grava
LC	Fábrica de Ladrillo cerámico perforado	FU	Forjado Unidireccional
M	Mortero	T	Tejado
AT	Aislamiento Térmico	YL	Placa de Yeso Laminado
C	Cámara de aire	Y	Enlucido de Yeso
P	Solado fijo		

FORJADO CONTACTO AIRE EXTERIOR

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
P	0,01	2,3	0,004
M	0,02	0,55	0,036
AT	0,05	0,034	1,471
FU	0,3	1,422	0,211
M	0,02	0,8	0,025
Rsi			0,17
TOTAL	0,40		1,887
U	1/1,887 =		0,53 < 0,68



La transmitancia de los cerramientos en contacto con el aire es menor que la transmitancia máxima para la zona B, según la tabla 2.1:

Tabla 2. Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m2K. CTE DB HE 1 (Tabla 2.1).

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, *particiones interiores* 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

Calcular los puentes térmicos, porque su superficie es > 0,50 m2

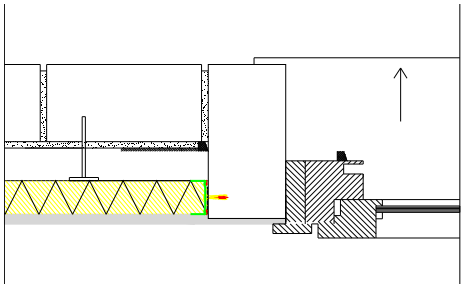
- Contorno de huecos

Ventana-Puerta tipo 1,4 de ancho por 2,20 metros de alto sin alféizar y jambas de ladrillo caravista 24 x 11,5 x 11 cm y dintel con caja de persiana tipo monoblock

- Jambas de 2,20 m de superficie de contacto: 2 x 2,20 x 0,115 = 0,506 m2

PUENTE TÉRMICO HUECOS JAMBA F1

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
LC	0,24	0,567	0,423
Y	0,01	0,57	0,018
Rsi			0,13
TOTAL	0,25		0,611
U	1/0,611 =		1,64

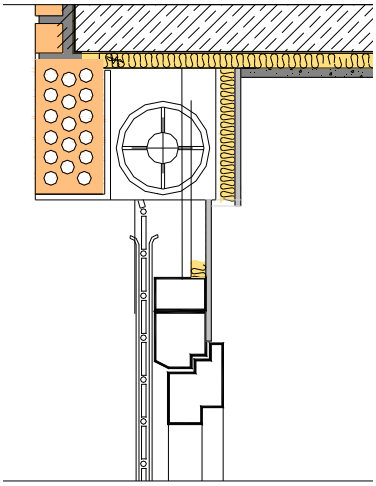


No cumple el límite del CTE
Es asumible, no existe otro tratamiento posible.

- Caja de persiana:

PUENTE TÉRMICO HUECOS caja de persiana

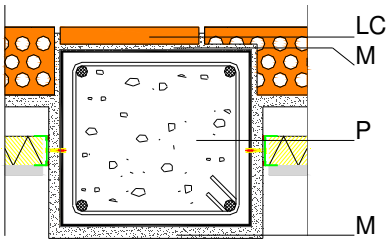
Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
LC	0,12	0,567	0,212
Acero Inox	0,015	17	0,001
C	0,15	0,024	6,250
AT	0,03	0,05	0,600
Rsi			0,13
TOTAL	0,315		7,021
U	1/1,663 =		0,14 < 1,07



- Pilares

PUENTE TÉRMICO HUECOS Pilares

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
LC	0,04	0,567	0,071
M	0,01	0,8	0,013
Pilar	0,3	2,3	0,130
Rsi			0,13
TOTAL	0,35		0,383
U	1/0,383 =		2,61 > 1,07

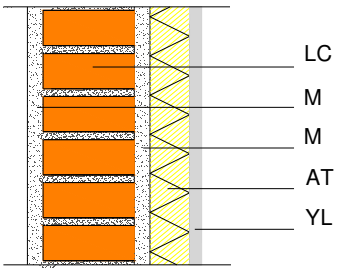


No cumple el límite del CTE

Calcular el coeficiente de transmitancia térmica de las particiones interiores:

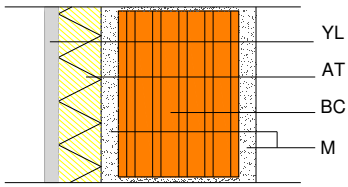
TABIQUE LADRILLO PERFORADO, P1

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,13
M	0,01	0,8	0,0125
LP	0,115	0,512	0,225
M	0,02	0,8	0,025
AT	0,05	0,05	1
YL	0,015	0,25	0,06
Rsi			0,130
TOTAL	0,2		1,582
U	1/1,582		0,63 < 1,20



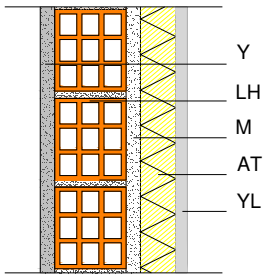
TABIQUE DE TERMOARCILLA, P2

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,13
M	0,02	0,8	0,025
BC	0,14	0,443	0,316
M	0,02	0,8	0,025
AT	0,05	0,05	1
Y	0,015	0,25	0,06
Rsi			0,13
TOTAL	0,245		1,686
U	1/1,686 =		0,59 < 1,20



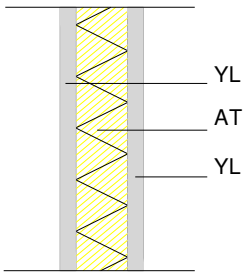
TABIQUE LADRILLO HUECO 7, P4

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,13
Y	0,01	0,57	0,018
LH	0,07	0,432	0,162
M	0,01	0,7	0,014
AT	0,05	0,05	1
YL	0,015	0,25	0,06
Rsi			0,13
TOTAL	0,155		1,514
U	1/1,514 =		0,66 < 1,20



TABIQUE VIVIENDAS, P5

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,13
YL	0,015	0,25	0,060
AT	0,07	0,05	1,4
YL	0,015	0,25	0,06
Rsi			0,13
TOTAL	0,1		1,780
U	1/1,780 =		0,56

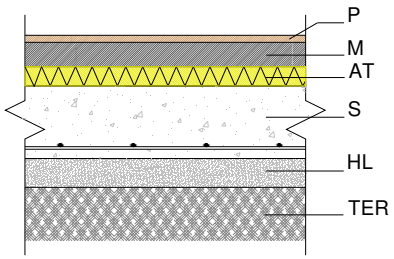


- Suelos en contacto con el terreno

Caso 1: solera apoyada como máximo 0,5 cm por debajo del terreno

Obtener la Us en función de:

- El ancho D ≥ 1,5 m, se considera aislamiento térmico continuo.
- De la resistencia térmica del aislante, Ra = 0,05/0,034 = 1,47 m2K/W
- La longitud característica B' de la solera o losa. B' = $\frac{A}{\frac{1}{2}P} = \frac{37,8}{\frac{1}{2}75,5}$ = 1 m



A, longitud del perímetro de la solera 37,8 m
P, área de la solera 75,5 m2

Us: 0,503 W/m2K < 0,68 W/m2K

Us, obtenido por interpolación en la tabla E.3 del Apéndice E

- Particiones interiores en contacto con espacios no habitables:

La **partición P1** separa un espacio habitable de uno no habitable. El procedimiento de cálculo de la transmitancia térmica es diferente se basa en la fórmula:

U = Up·b donde

Up, transmitancia térmica de la partición

b, coeficiente de reducción de temperatura

Relación Aiu/Aue = (5,55 x 3,50)/ (5,26 x 3,50 + 3,14 x 3,50) = 19,43/ 29,4 = 0,66

b, según la tabla E.7 obtenido por interpolación es 0,947, según el caso 1

U=Up·b = 0,53 x 0,947 = 0,502 W/m2K < 1,07 W/m2K

Parte del **forjado de la 1ª planta** separa un espacio habitable de uno no habitable. El procedimiento de cálculo es el mismo que el seguido para la partición P1:

Relación Aiu/Aue = 17,51 m2/17,51 m2 = 1

b, para el caso 1 = 0,92 U=Up·b = 0,73 x 0,92 = 0,672 W/m2K < 1,07 W/m2K

Parte del **cerramiento de Ladrillo Hueco**, de la envolvente térmica de las viviendas linda con espacio no habitable, el ascensor. El procedimiento de cálculo es:

Relación Aiu/Aue = 17,51 m2/17,51 m2 = 1 , b = 0,82

U=Up·b = 0,68 x 0,82 = 0,559 W/m2K < 1,07 W/m2K

Los datos han sido tomados de la tabla siguiente, del DB - HE -1

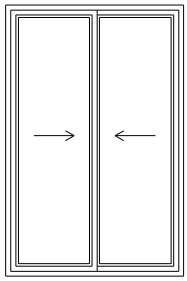
Tabla 3. Coeficiente de reducción de temperatura b. CTE DB HE 1 (Tabla E.7).

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

Ahora calculamos la cantidad de calor que se perderá por el hueco, U_H, teniendo en cuenta el marco, $U_{H,m}$ y el vidrio, $U_{H,v}$ de los diferentes tipos de ventana colocados en el edificio con la siguiente fórmula que establece el CTE:

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

Ventana 1,40 x 2,20



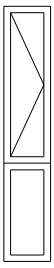
$U_H = (1- 0,22) \cdot 3,6 + 0,22 \cdot 4,3 = 3,75$ W/m2K <U_{max}= 5,70 W/m2K

$U_{H,v}$= 3,6 W/m2K < U_{max}= 5,70 W/m2K

$U_{H,m}$=4,3 W/m2K< U_{max}= 5,70 W/m2K

FM, fracción del hueco ocupada por el marco = 22 % = 0,22

Ventana 0,40 x 1,95



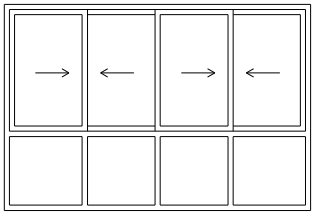
$U_{H,v}$= 3,6 W/m2K < U_{max}= 5,70 W/m2K

$U_{H,m}$=4,3 W/m2K < U_{max}= 5,70 W/m2K

FM, fracción del hueco ocupada por el marco = 44 % = 0,44

$U_H = (1- 0,44) \cdot 3,6 + 0,44 \cdot 4,3 = 3,9$ W/m2K <U_{max}= 5,70 W/m2K

Ventana 2,90 x 1,95



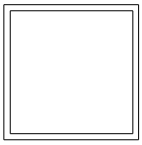
$U_{H,v}$= 3,6 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

$U_{H,m}$=4,3 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

FM, fracción del hueco ocupada por el marco = 22 % = 0,22

U_H = (1- 0,22) · 3,6 + 0,22 · 4,3 = 3,75 W/m2K <U $_{max}$= 5,70 W/m2K

Ventana 0,90 x 0,90 m



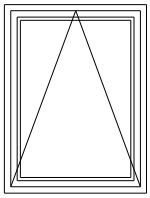
$U_{H,v}$= 3,6 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

$U_{H,m}$=4,3 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

FM, fracción del hueco ocupada por el marco = 17 % = 0,17

U_H = (1- 0,17) · 3,6 + 0,17 · 4,3 = 3,72 W/m2K <U $_{max}$= 5,70 W/m2K

Ventana 0,90 x 1,20 m



$U_{H,v}$= 3,6 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

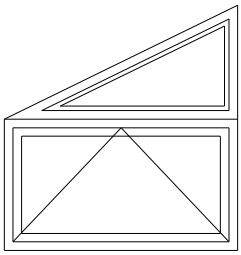
$U_{H,m}$=4,3 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

FM, fracción del hueco ocupada por el marco = 29 % = 0,29

U_H = (1- 0,29) · 3,6 + 0,29 · 4,3 = 3,8 W/m2K <U $_{max}$= 5,70 W/m2K

La solución es admisible

Ventana especial 1,00 x 0,60 m



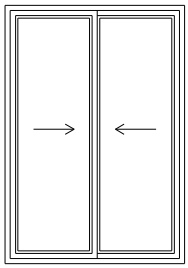
$U_{H,v}$= 3,6 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

$U_{H,m}$=4,3 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

FM, fracción del hueco ocupada por el marco = 42 % = 0,42

U_H = (1- 0,42) · 3,6 + 0,42 · 4,3 = 3,89 W/m2K <U $_{max}$= 5,70 W/m2K

Ventana 1,40 x 1,80 m



$U_{H,v}$= 3,6 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

$U_{H,m}$=4,3 W/m2K < U $_{max}$= 5,70 W/m2K

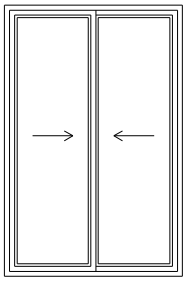
FM, fracción del hueco ocupada por el marco = 27 % = 0,27

U_H = (1- 0,27) · 3,6 + 0,27 · 4,3 = 3,78 W/m2K <U $_{max}$= 5,70 W/m2K

En los huecos en necesario calcular la incidencia del sol sobre estos, teniendo en cuenta los obstáculos que producen sombra. Este parámetro se llama factor solar modificado.

$$F = F_s \cdot [(1- FM) \cdot g^{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_M \cdot \alpha]$$

Ventana 1,40 x 2,20



Retranqueo = 0,17

R/H = 0,17/2,20 = 0,077 R/Ancho = 0,17/1,40 = 0,12 Fs = 0,74

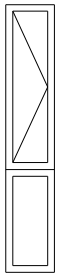
FM = 0,22

$g^{\perp}$ = 0,85, es incoloro sin tratamiento

α = 0,30, color blanco medio

F_H = 0,74· [(1- 0,22) · 0,85 + 0,22 · 0,04 · 4,3· 0,3] = 0,5

Ventana 0,40 x 1,95



Fs = 1 (no se justifica, ya que es un mirador)

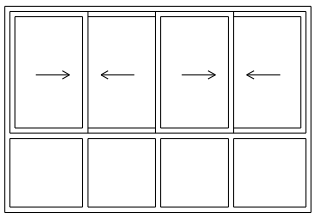
FM = 0,44

$g^{\perp}$ = 0,85, es incoloro sin tratamiento

α = 0,30, color blanco medio

F_H = 1· [(1- 0,44) · 0,85 + 0,44 · 0,04 · 4,3· 0,3] = 0,5

Ventana 2,90 x 1,95



Fs = 1 (no se justifica, ya que es un mirador)

FM = 0,22

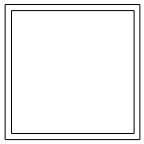
$g^{\perp}$ = 0,85, es incoloro sin tratamiento

α = 0,30, color blanco medio

$F_H = 1 \cdot [(1 - 0,22) \cdot 0,85 + 0,22 \cdot 0,04 \cdot 4,3 \cdot 0,3] = 0,67$

Ventana 0,90 x 0,90 m

Retranqueo = 0,17



R/H = 0,17/0,9 = 0,19 R/Ancho = 0,17/0,9 = 0,19 Fs = 0,82

FM = 0,17

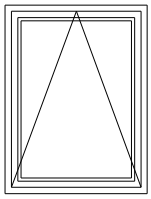
$g^{\perp}$ = 0,85, incoloro sin tratamiento

α = 0,30, color blanco medio

$F_H = 0,82 \cdot [(1 - 0,17) \cdot 0,85 + 0,17 \cdot 0,04 \cdot 4,3 \cdot 0,30] = 0,59$

Ventana 0,90 x 1,20 m

Retranqueo = 0,17



R/H = 0,17/1,2 = 0,14 R/Ancho = 0,17/0,90 = 0,19 Fs = 0,82

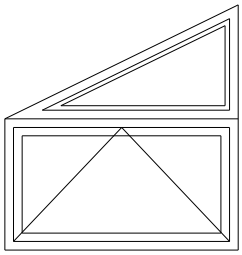
FM = 0,29

$g^{\perp}$ = 0,85, incoloro sin tratamiento

α = 0,30, color blanco medio

$F_H = 0,82 \cdot [(1 - 0,29) \cdot 0,85 + 0,29 \cdot 0,04 \cdot 4,3 \cdot 0,3] = 0,78$

Ventana especial 1,00 x 0,60 m



Retranqueo = 0,17

R/H = 0,17/ 0,6 = 0,28 R/Ancho = 0,17/1,00 = 0,17Fs = 0,82

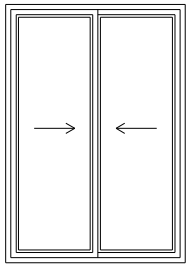
FM = 0,42

$g^{\perp}$ = 0,85, incoloro sin tratamiento

α = 0,30, color blanco medio

F_H = 0,82· [(1- 0,42) · 0,85 + 0,42 · 0,04 · 4,3· 0,3] = 0,51

Ventana 1,40 x 1,80 m



Retranqueo = 0,17

R/H = 0,17/1,8 = 0,09 R/Ancho = 0,17/1,40 = 0,12 Fs = 0,74

FM = 0,27

$g^{\perp}$ = 0,85, incoloro sin tratamiento

α = 0,30, color blanco medio

F_H = 0,74· [(1- 0,27) · 0,85 + 0,27 · 0,04 · 4,3· 0,3] = 0,47

g) Calcular la media de los parámetros característicos para la zona con baja carga interna y la zona de alta carga interna del edificio según 3.2.2.1 y comprobar que son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2

Tabla 4. Transmitancias límite en función de la zona climática. CTE DB HE 1.

ZONA CLIMÁTICA B3

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

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos[1] U_{Hlim} W/m^{2}K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	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 5. Resumen de Transmitacias medias paramétricas.

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})

Tipos		A (m2)	U (W/m2ºK)	A·U (W/ºK)	Resultados
N	F2, patio de luces	28,13	0,68	19,13	∑A= 180,29 ∑A·U= 152,55 U_{Mm}=∑A·U/∑A=0,85
	M1, Medianera	127,96	0,69	88,29	
	PT, Pilares	13,00	2,61	33,93	
	M2, Termoarcilla	11,20	1,00	11,20	
E	M1, Medianera	52,60	0,69	36,29	∑A= 94,51 ∑A·U= 74,54 U_{Mm}=∑A·U/∑A= 0,79
	PT, Pilares	2,00	2,61	5,22	
	M2, Termoarcilla	18,41	1,00	18,41	
	F2, Patio de luces	21,50	0,68	14,62	
O	F1, Fachada	66,81	0,65	43,43	∑A= 89,81 ∑A·U= 87,53 U_{Mm}=∑A·U/∑A=0,97
	PT, Pilares	4,00	2,61	10,44	
	PT, Jamba	1,50	1,64	2,46	
	F2, Patio de luces	7,50	0,68	5,10	
	PT, Pilares	10,00	2,61	26,10	
S	F1, Fachada	82,28	0,65	53,48	∑A= 100,78 ∑A·U= 94,98 U_{Mm}=∑A·U/∑A=0,94
	PT, Pilares	11,50	2,61	30,02	
	PT, Jamba	7,00	1,64	11,48	

Tabla 6. Resumen Transmitancias medias paramétricas.

SUELOS (U_{Sm})

Tipos	A (m2)	U (W/m2ºK)	A·U (W/ºK)	Resultados
Solera	75,47	0,503	37,96	∑A= 96,06 ∑A·U= 48,78 U_{Sm}=∑A·U/∑A= 0,51
Voladizo F (Planta 1)	3,05	0,50	1,53	
Forjado NH (Planta 1)	17,54	0,53	9,30	

Tabla 7. Resumen de Transmitancias medias paramétricas.

CUBIERTAS y LUCERNARIOS(U_{Cm}, F_{Lm})

Tipos	A (m2)	U (W/m2ºK)	A·U (W/ºK)	Resultados
Transitable, C1	28,34	0,43	12,19	∑A= 59,67 ∑A·U= 26,50 U_{Cm}=∑A·U/∑A= 0,44
No transitable, C2	9,73	0,45	4,38	
Tejado, T	21,6	0,46	9,94	

Tabla 8. Resumen de Transmitancias medias paramétricas.

HUECOS (U_{Hm}) y (F_{Hm})

	Tipos	A (m2)	U	F	A·U	A·F (m2)	Resultados
E	Ventana especial	0,95	3,89	0,51	3,70	0,48	∑A= 0,95 ∑A·U= 3,70 ∑A·F= 0,48 U_{Hm}=∑A·U/∑A= 3,89 F_{Hm}=∑A·F/∑A= 0,50
O	Ventana 0,90 x 1,20 Ventana 0,90 x 0,90	3,24 2,43	3,8 3,72	0,78 0,59	12,31 9,04	2,53 1,43	∑A= 5,67 ∑A·U= 21,35 ∑A·F= 3,96 U_{Hm}=∑A·U/∑A= 3,77 F_{Hm}=∑A·F/∑A= 0,70
S	Ventana 1,40 x 2,20 Ventana 0,40 x 1,95 Ventana 2,90 x 1,95 Ventana 1,40 x 1,80	30,80 4,68 17,97 2,52	3,75 3,9 3,75 3,78	0,5 0,5 0,67 0,47	115,50 18,25 67,39 9,52	15,40 2,34 12,04 1,18	∑A= 55,97 ∑A·U= 210,66 ∑A·F= 30,96 U_{Hm}=∑A·U/∑A= 3,76 F_{Hm}=∑A·F/∑A= 0,55

Tabla 9. Resumen de Transmitancias máximas y límites.

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U_{max} (proyecto)	U_{max}	
Muros de fachada	0,68	≤	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	0,67		
Suelos	0,53	≤	0,68
Cubiertas	0,46	≤	0,59
Vidrios de huecos y lucernarios	3,60	≤	5,70
Marcos de huecos y lucernarios	4,30		
Medianerías	1,00	≤	1,07

Particiones interiores (edificios de viviendas)	0,66	≤	1,2 W/m2K

MUROS DE FACHADA			
U_{Mm}			U_{Mlim}
N	0,85	≤	0,82
E	0,79		
O	0,97		
S	0,94		
SE	-		
SO	-		

HUECOS Y LUCERNARIOS						
U_{Hm}		U_{Hlim}		F_{Hm}		F_{Hlim}
-	≤	-		-	≤	-
3,89	≤	5,70		0,50	≤	-
3,77				0,70		
3,76	≤	5,70		0,55	≤	-
-	≤	-		-	≤	-
-				-		

SUELOS		
U_{Sm}		U_{Slim}
0,51	≤	0,52

CUBIERTAS		
U_{Cm}		U_{Clim}
0,44	≤	0,45

h) Control de las condensaciones intersticiales y superficiales según 3.2.3

El control de las condensaciones superficiales, se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior **f_{Rsi}** y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo **$f_{Rsi,\ min}$.**

Como los cerramientos y particiones interiores de los espacios del edificio son de clase3, es necesario que cada cerramiento cumpla que **$f_{Rsi} > f_{Rsi,\ min}$**. Este cálculo también se realiza para los puentes térmicos integrados.

El control de las condensaciones intersticiales se realiza por comparación de la presión de vapor y de la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero.

Para realizar estos cálculos se utiliza el programa informático **eCondensa2**. Se trata de una aplicación informática gratuita que realiza conforme el CTE los cálculos de:

- **Condensaciones superficiales**
- **Condensaciones intersticiales**
- **Cálculo anual de la cantidad condensada**
- **Transmitancia Térmica**

Imagen 1. Interfaz de los resultados obtenidos con eCondensa.

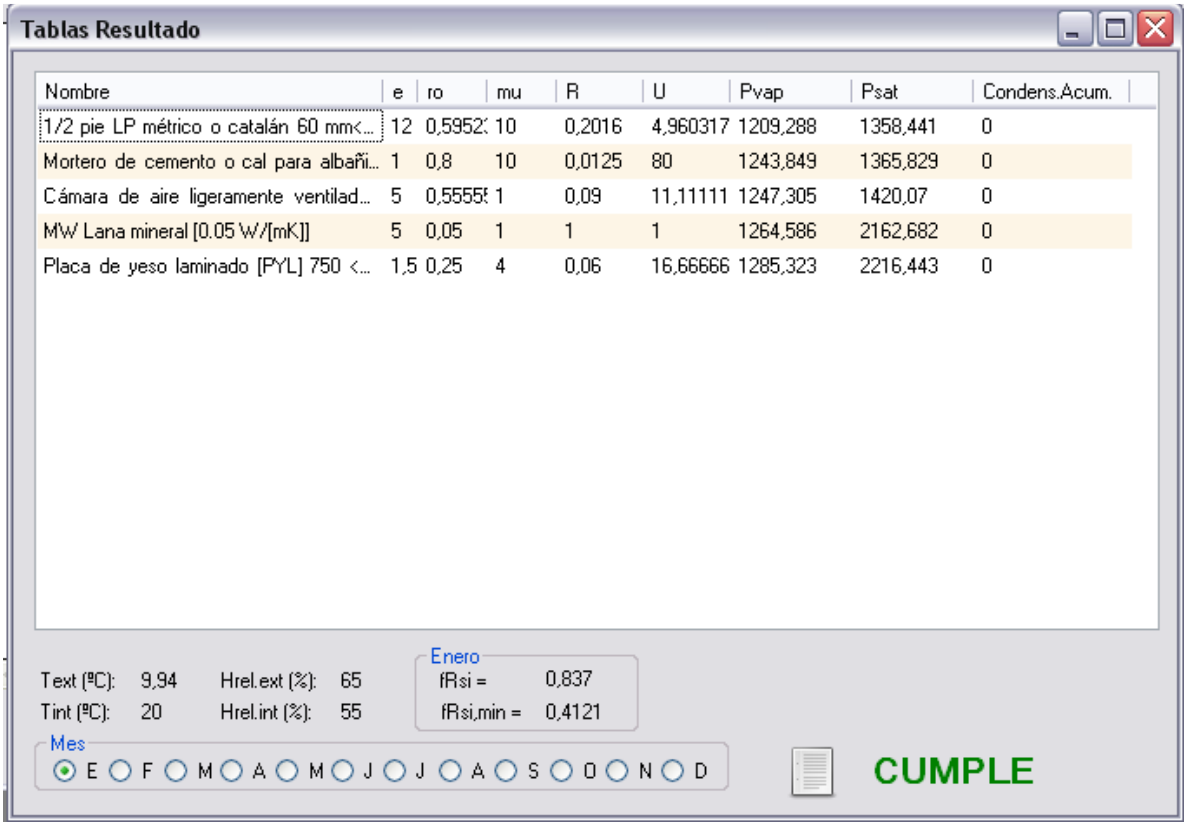


Tabla 10. Resumen de condensaciones superficiales e intersticiales.

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

TIPOS	C. superficiales		C. intersticiales							
	fRsi≥fRsmin		Pn≤ Psat,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
F1	fRsi	0,837	Psat,n	1358,4	1365,83	1420,07	2162,68	2216,44	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	1209,3	1243,85	1247,31	1264,59	1285,32	-	-
F2	fRsi	0,839	Psat,n	1257,3	1415,24	1430,37	2165,05	2218,1	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	851,95	1196,35	1253,75	1268,10	1285,32	-	-
P1	fRsi	0,829	Psat,n	1252,3	1368,17	1383,83	2154,23	2210,53	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	826,01	1187,80	1250,72	1266,45	1285,32	-	-
M1	fRsi	0,837	Psat,n	1403,3	1418,60	2162,34	2216,20	-	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	1184,6	1249,57	1265,82	1285,32	-	-	-
M2	fRsi	0,751	Psat,n	2121,7	2155,21	-	-	-	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	1247,6	1285,32	-	-	-	-	-
kP2	fRsi	0,844	Psat,n	1256,3	1435,50	1450,40	2169,63	2221,30	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	845,94	1205,67	1257,06	1269,91	1285,32	-	-
T1	fRsi	0,886	Psat,n	1245,1	2102,08	2128,49	2260,17	2271,49	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	795,11	800,654	1263,07	1285,27	1285,32	-	-
C1	fRsi	0,889	Psat,n	1248,2	1257,54	2093,35	2118,96	2133,81	2262,2	2273,2
	fRsmin	0,412	Pn	795,38	795,566	801,107	1262,92	1263,10	1285,3	1285,3
C2	fRsi	0,888	Psat,n	1246,7	2090,23	2116,15	2131,18	2261,19	2272,4	-
	fRsmin	0,412	Pn	796,85	802,38	1262,98	1263,16	1285,27	1285,3	-
P4	fRsi	0,829	Psat,n	1255,3	1367,40	1383,06	2154,05	2210,41	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	822,07	1143,14	1234,87	1257,80	1285,32	-	-
P5	fRsi	0,852	Psat,n	1272,0	2178,27	2227,33	-	-	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	949,53	1130,34	1285,32	-	-	-	-
F1 ext	fRsi	0,867	Psat,n	1244,5	1255,65	2089,96	2241,96	2260,68	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	799,51	802,812	885,434	1282,02	1285,32	-	-
F1 int	fRsi	0,842	Psat,n	1248,7	1262,10	2051,60	2230,79	2246,36	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	799,71	803,142	871,878	1284,29	1285,32	-	-

Cálculo de los puentes térmicos

Tabla 11. Resumen de condensaciones superficiales e intersticiales.

TIPOS	C. superficiales		C. intersticiales							
	fRsi≥fRsmin		Pn≤ Psat,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
PT Persia-na	fRsi	0,797	Psat,n	1450,7	1451,34	1526,94	1601,73	2187,72	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	794,94	1285,31	1285,31	1285,31	1285,32	-	-
PT Pilares	fRsi	0,422	Psat,n	1442,5	1470,36	1616,59	1933,47	-	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	802,40	804,365	814,181	1285,32	-	-	-
PT Jamba	fRsi	0,829	Psat,n	1252,3	1368,17	1383,83	2154,23	2210,53	-	-
	fRsmin	0,412	Pn	826,01	1187,80	1250,72	1266,45	1285,32	-	-

Todos los cerramientos cumplen, ninguno produce condensaciones.

Cambios efectuados para que la transmitancia de los puentes térmicos cumpla los límites establecidos por el CTE.

- Puente térmico pilares

PUENTE TÉRMICO HUECOS PILARES

Material	ESPESOR	C. TÉRMICA	R. TÉRMICA
Rse			0,04
LC	0,04	0,567	0,071
M	0,01	0,8	0,013
Pilar	0,3	2,3	0,130
AT	0,05	0,05	1
YL	0,015	0,25	0,06
Rsi			0,13
TOTAL	0,375		1,333
U	1/1,333 =		0,75

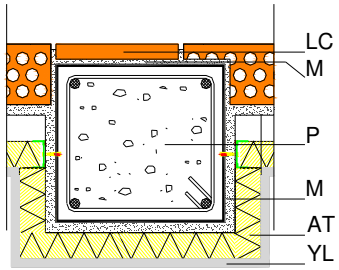


Tabla 12. Resumen de las modificaciones de los parámetros

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})

	Tipos	A (m2)	U (W/m2ºK)	A·U (W/ºK)	Resultados
N	F2, patio de luces	28,13	0,68	19,13	∑A= 180,29 ∑A·U= 128,37 U_{Mm}=∑A·U/∑A= 0,71
	M1, Medianera	127,96	0,69	88,29	
	PT, Pilares	13,00	0,75	9,75	
	M2, Termoarcilla	11,20	1,00	11,20	
E	M1, Medianera	52,60	0,69	36,29	∑A= 94,51 ∑A·U= 70,82 U_{Mm}=∑A·U/∑A= 0,75
	PT, Pilares	2,00	0,75	1,50	
	M2, Termoarcilla	18,41	1,00	18,41	
	F2, Patio de luces	21,50	0,68	14,62	
O	F1, Fachada	66,81	0,65	43,43	∑A= 89,81 ∑A·U= 61,49 U_{Mm}=∑A·U/∑A=0,68
	PT, Pilares	4,00	0,75	3,00	
	PT, Jamba	1,50	1,64	2,46	
	F2, Patio de luces	7,50	0,68	5,10	
	PT, Pilares	10,00	0,75	7,50	
S	F1, Fachada	82,28	0,65	53,48	∑A= 100,78 ∑A·U= 73,59 U_{Mm}=∑A·U/∑A=0,73
	PT, Pilares	11,50	0,75	8,63	
	PT, Jamba	7,00	1,64	11,48	

MUROS DE FACHADA			
U Mm			U Mlim
N	0,71	≤	0,82
E	0,75		
O	0,68		
S	0,73		
SE	-		
SO	-		

Ahora cumplen los límites del CTE

3.2. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

3.2.1. Calefacción

En este apartado se estudian los requerimientos de la instalación de calefacción centralizada por radiadores unidos por anillos para el edificio de 3 viviendas.

Requerimientos de calefacción

La cantidad de energía calorífica por unidad de tiempo que un sistema de calefacción debe proporcionar a un local ha de ser igual, al menos, al flujo de pérdidas.

De este modo se inicia el cálculo comprobando las pérdidas caloríficas por transmisión de los cerramientos y las pérdidas por infiltraciones de aire, para cada recinto de la vivienda 1, vivienda 2 y vivienda 3.

1. El balance térmico es igual a la suma del flujo de calor perdido por transmisión, **Q_T**, a través de la envolvente térmica más la cantidad de aire de ventilación tomado del exterior que debe ser calentado, **Q_V**, hasta la temperatura interior de confort.

- Pérdidas por transmisión (**Q_T**):

$$Q_T = S \times U \times \Delta T$$

Q_T, Calor cedido por transmisión
S, superficie
U, la transmitancia térmica
ΔT, incremento de temperatura

- Pérdidas por infiltraciones de aire (**Q_i)**:

$$Q_i = V \times C_e \times P_e \times \eta \times \Delta T$$

Q_i, Cantidad de calor, Kcal/h
V, Volumen, m3**C_e**, Calor específico del aire 0,24 kcal/kgºC
ΔT, incremento de temperatura
P_e, peso específico del aire seco
η, nº renovaciones/hora

- Suplementos (**F**)

Concepto de suplemento	Valor
Por orientación Norte	0,05
Por intermitencia: reducción nocturna	0,05
Por intermitencia: de 8 a 9 horas parada	0,1
Por intermitencia: más de 10 horas de parada	0,2
Más de 2 paredes al exterior	0,05
Últimas plantas edificios gran altura	0,02/metro

- Pérdidas de calor totales

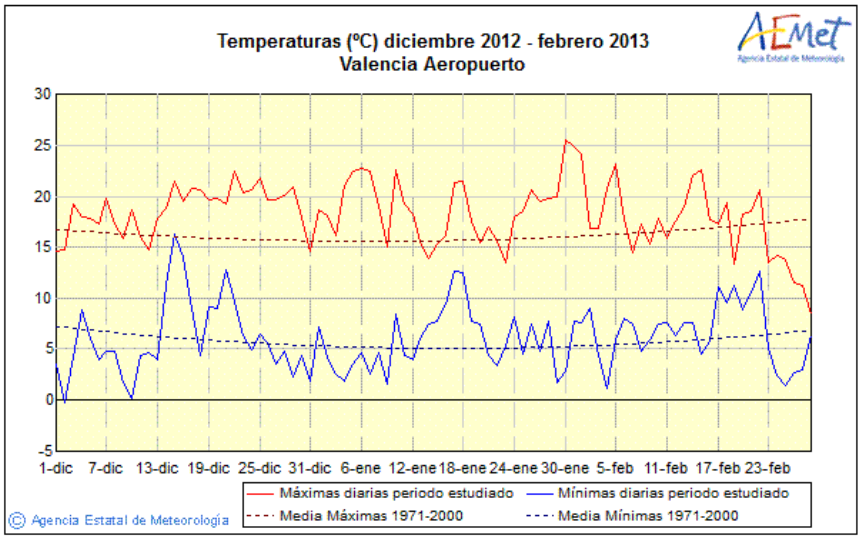
$$Q = (Q_T + Q_i) \times (1 + F)$$

Datos de partida para el estudio de pérdidas:

- Temperatura exterior mínima: 5 ºC (media periodo invernal)
- Temperatura de confort: 20 ºC
- Temperatura mínima viviendas colindantes y escalera comunitaria: 12 ºC
- Temperatura de la vivienda sin calefacción: 14 ºC

Estación invernal formada por los meses de: diciembre, enero y febrero.

Imagen 2. Temperaturas máximas y mínimas en el periodo de invierno. Fuente: AEMET.



HORARIO:

Se considera para el edificio un sistema de calefacción centralizado.

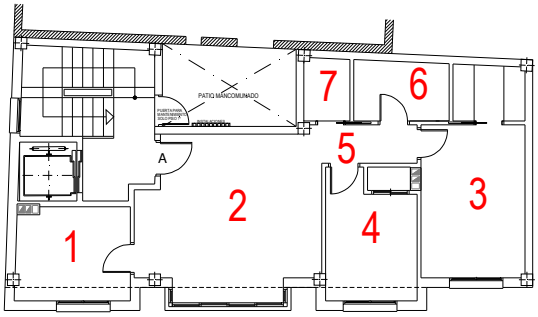
- Disponibilidad de la calefacción de 7:00 a.m. hasta 23:00 p.m.
- Uso de calefacción en viviendas: 7:00 – 9:00 a.m. y 19:00- 22:00 p.m.

TEMPERATURA DE CONFORT

En régimen de invierno la temperatura de confort oscila 21ºC y los 23 ºC.

VIVIENDA 1

ESTANCIAS		
1	COCINA	7,30 m2
2	SALÓN-COMEDOR	19,15 m2
3	DORMITORIO 1	13,65 m2
4	DORMITORIO 2	8,30 m2
5	PASILLO	2,50 m2
6	BAÑO	3,85 m2
7	LAVADERO	1,95 m2
	TOTAL	**56,70 M2**



- Cocina

Tabla 13. Datos para el cálculo de las pérdidas.

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN					INFILTRACIONES
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	Δt ºC	QT=SxUxΔT (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPex ηx ΔT (Kcal/h)
Fachada	11,00	0,65	20 - 5	107	-	-	-
Ventana	3,08	3,75	20 - 5	173	-	-	-
Partición	2,50	0,56	20 - 14	8	-	-	-
Puerta	1,72	1,90	20 - 14	18	-	-	-
Tabique	7,50	0,66	20 - 12	40	-	-	-
Suelo	7,30	0,53	20 - 5	58	-	-	-
Techo	7,30	0,53	20 - 12	31	18,50	0,5	-
PT pilar	1,25	0,75	20 - 5	14	-	-	-
				449			**63**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	-	0,23	0,05	0,28

QT = 449 W ___ 0,449 KW ___ x 860 Kcal/h___ 386, 14 Kcal/h

Q = (386, 14 + 63) x (1 + 0, 28) = **578 Kcal/h**

Comprobación del CTE HS-3 Cocina: 2 l/s x 7,30 = 14,6 l/s > 2,6 l/s

- Salón-Comedor + Pasillo

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN				INFILTRACIONES
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Fachada F1	5,00	0,65	20 - 5	49	-	-	-
Ventanal	7,55	3,75	20 - 5	425	-	-	-
Fachada F2	9,00	0,68	20 - 5	92	-	-	-
Tabique	4,20	0,66	20 - 12	22	-	-	-
Puerta entrada	1,93	3,00	20 - 12	41	-	-	-
Suelo	21,65	0,53	20 - 5	172	-	-	-
Techo	21,65	0,53	20 - 12	92	54,13	1	-
PT pilar	3,00	0,75	20 - 5	34	-	-	-
				926			**235**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	-	0,23	0,05	0,28

QT = 926 W ___ 0,926 KW ___ x 860 Kcal/h___ 796, 36 Kcal/h

Q = (796,36 + 235) x (1 + 0, 28) = **1320 Kcal/h**

Comprobar CTE HS-3

CTE: 3 x 4 = 12 l/s < 15 l/s

- Dormitorio 1

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN				INFILTRACIONES
Superficie		Coeficiente U(W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Fachada F1	3,20	0,65	20 - 5	31	-	-	-
Ventana	3,08	3,75	20 - 5	173	-	-	-
Partición	9,50	0,56	20 - 14	32	-	-	-
Puerta	1,72	1,90	20 - 14	17	-	-	-
Armario	1,70	0,18	20 - 14	2	-	-	-
Medianera	10,00	0,69	20 - 5	104	-	-	-
Suelo	13,65	0,53	20 - 12	58	-	-	-
Techo	13,65	0,53	20 - 12	58	34,13	0,5	-
PT pilar	0,50	0,75	20 - 5	9	-	-	-
				480			**87**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	0,05	0,23	0,05	0,33

QT = 480 W ___ 0,480 KW ___ x 860 Kcal/h___ 412, 80 Kcal/h

Q = (412, 80 + 87) x (1 + 0, 33) = **665 Kcal/h**

Comprobar CTE HS-3

5 x 4 = 20 l/s > 4,74 l/s

- Dormitorio 2

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN					INFILTRACIONES
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Fachada F1	5,30	0,65	20 - 5	52	-	-	-
Ventana	3,08	3,75	20 - 5	173	-	-	-
Partición	10,5	0,56	20 - 14	35	-	-	-
Puerta	1,72	1,90	20 - 14	17	-	-	-
Armario	2,00	0,18	20 - 14	2	-	-	-
Suelo	8,30	0,53	20 - 5	66	-	-	-
Techo	8,30	0,53	20 - 12	35	20,80	0,50	-
				381			**87**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	-	0,23	-	0,23

QT = 381 W ___ 0,381 KW ___ x 860 Kcal/h___ 327, 66 Kcal/h

Q = (327, 66 + 87) x (1 + 0, 23) = **510 Kcal/h**

ComprobarCTE HS-3

5 x 4 = 20 l/s > 2,9 l/s

- Baño

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN					INFILTRACIONES
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Medianera	6,25	0,69	20 - 5	65	-	-	-
Partición	4,80	0,56	20 - 14	16	-	-	-
Puerta	1,72	1,90	20 - 14	20	-	-	-
Suelo	3,85	0,53	20 - 12	16	-	-	-
Techo	3,85	0,53	20 - 12	16	9,63	1	-
				133			**65**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	0,05	0,23	-	0,28

QT = 133 W ___ 0,133 KW ___ x 860 Kcal/h___ 114, 38 Kcal/h

Q = (114, 38 + 65) x (1 + 0, 28) = **230 Kcal/h**

Comprobar CTE HS-3

15 l/s > 2,8 l/s

- Lavadero

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN				INFILTRACIONES	
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Medianera	2,63	0,69	20 - 5	27	-	-	-
Patio Luces	3,85	0,56	20 - 5	32	-	-	-
Puerta	1,72	1,90	20 - 14	20	-	-	-
Suelo	1,95	0,53	20 - 12	8	-	-	-
Techo	1,95	0,53	20 - 12	8	9,63	1	-
PT pilares	0,50	0,75	20 - 5	6			
				101			**65**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	0,05	0,23	0,05	0,33

QT = 101 W ___ 0,101 KW ___ x 860 Kcal/h___ 86, 86 Kcal/h

Q = (86, 86 + 65) x (1 + 0, 33) = **202 Kcal/h**

Comprobar CTE HS-3

15 l/s > 2,8 l/s

Pérdidas totales vivienda tipo 1 = ∑ **Q** = 3505 Kcal/h___ x 1,1628 = **4076 w**

VIVIENDA 2:

Tendrá menos pérdidas porque se encuentra entre viviendas y no tiene ningún elemento voladizo.

	Pérdidas de calor totales, Q
DORMITORIO 1	665 Kcal/h
BAÑO	230 Kcal/h
LAVADERO	202 Kcal/h

La cocina, el salón-comedor y el dormitorio 2, sufren cambios en la consideración de la temperatura exterior para el suelo, en lugar de T_{ext} = 5 ºC, se considera T_{ext} = 12 ºC. El resultado del cálculo es:

Tabla 14. Resumen Pérdidas totales

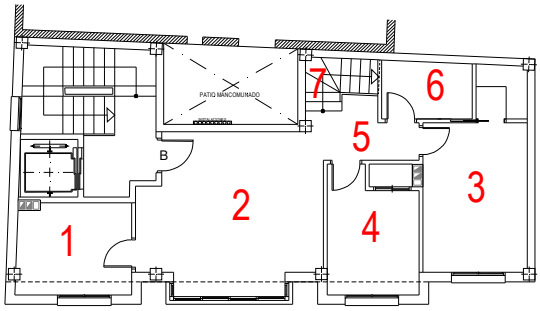
	Q_T		**Q_i**	**Q**
COCINA	422 W	363 Kcal/h	63Kcal/h	546 Kcal/h
SALÓN-COMEDOR	846 W	728 Kcal/h	235 Kcal/h	1233 Kcal/h
DORMITORIO 2	350 W	301 Kcal/h	87Kcal/h	477Kcal/h

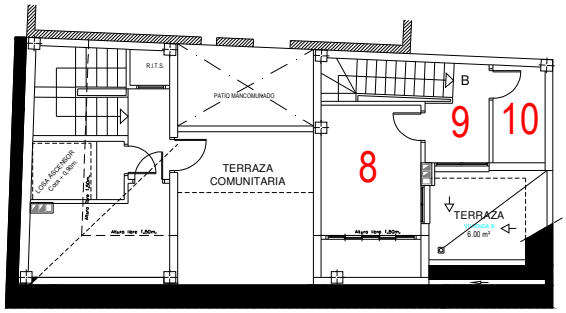
Pérdidas totales vivienda 2 = $\sum$ **Q** = 3353 Kcal/h___ x 1,1628 = **3899 w**

VIVIENDA 3:

ESTANCIAS

1	COCINA	7,30 m2
2	SALÓN-COMEDOR	19,15 m2
3	DORMITORIO 1	12,80 m2
4	DORMITORIO 2	8,30 m2
5	PASILLO	2,50 m2
6	BAÑO	3,55 m2
7	ESCALERA	3,20 m2
8	DORMITORIO 3	8,80 m2
9	DISTRIBUIDOR	3,50 m2
10	ASEO	3,40 m2
	TOTAL	72,50 m2





La composición de la vivienda 3 en su primera planta, es la misma que la de la vivienda 1 y 2 a excepción de la escalera que incorpora y la supresión del lavadero. Algunos recintos tienen las mismas pérdidas:

	Pérdidas de calor totales, Q
COCINA	578 Kcal/h
DORMITORIO 2	510 Kcal/h

Tienen diferentes pérdidas los siguientes recintos por variación de las superficies:

Tabla 15. Resumen Pérdidas totales.

	Q_T		**Q_i**	**Q**
SALÓN-COMEDOR	926 W	796 Kcal/h	235 Kcal/h	1486Kcal/h
BAÑO	144 W	124 Kcal/h	65Kcal/h	242Kcal/h
DORMITORIO 1	473 W	407 Kcal/h	87Kcal/h	657 Kcal/h

Calcular el resto de estancias de la planta bajo cubierta:

- Dormitorio 3

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN				INFILTRACIONES	
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Patio Luces	8,00	0,68	20 - 5	82	-	-	-
Ventana	0,95	3,75	20 - 5	53	-	-	-
Fachada F1	1,20	0,65	20 - 5	12	-	-	-
Partición	8,18	0,56	20 - 14	27	-	-	-
Puerta	1,51	1,90	20 - 14	17	22,00	0,5	-
Suelo	8,80	0,53	20 - 12	37	-	-	-
Techo	8,80	0,46	20 - 5	61	-	-	-
PT pilar	3,00	0,75	20 - 5	34	-	-	-
Armario	3,50	1,00	20 - 12	28	-	-	-
				351			**87**

- Aseo:	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	-	0,23	0,05	0,28

QT = 351 W ___ 0,351 KW ___ x 860 Kcal/h___ 302 Kcal/h

Q = (302 + 87) x (1 + 0, 28) = **498 Kcal/h**

CTE HS-3: 10 l/s > 3 l/s

- Escalera + distribuidor

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN				INFILTRACIONES	
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Medianera	11,50	0,69	20 - 5	119	-	-	-
PT pilares	0,50	0,75	20 - 5	6	-	-	-
Suelo esc.	3,20	0,53	20 - 12	14	-	-	-
Techo esc.	3,20	0,45	20 - 5	22	-	-	-
Suelo distr.	3,50	0,53	20 - 12	22	21,55	0,5	-
Techo distr.	3,50	0,45	20 - 5	24	-	-	-
Ventana	2,52	3,75	20 - 5	142	-	-	-
				347			**47**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	0,05	0,23	0,05	0,33

QT = 347 W ___ 0,347 KW ___ x 860 Kcal/h___ 298 Kcal/h

Q = (298 + 47) x (1 + 0, 33) = **459 Kcal/h**

- Aseo:

PÉRDIDAS DE CALOR POR:		TRANSMISIÓN					INFILTRACIONES
Superficie		Coeficiente U (W/m2K)	∆t ºC	QT=SxUx∆T (W)	Volumen m3	Renovaciones/h	Qi=VxCexPexηx ∆T (Kcal/h)
Medianera	9,50	0,68	20 - 5	97	-	-	-
Partición	4,30	0,56	20 - 14	36	-	-	-
Puerta	1,72	1,90	20 - 14	49	-	-	-
Suelo	3,40	0,53	20 - 12	11	-	-	-
Techo	3,40	0,46	20 - 12	9	8,50	1	-
PT pilar	0,50	0,75	20 - 5	3	-	-	-
Fachada F1	3,40	0,65	20 - 5	33	-	-	-
				238			**65**

	Orientación Norte	Intermitencia	Más de 2 paredes exterior	Total
Suplementos	0,05	0,23	0,05	0,33

QT = 238 W ___ 0,238 KW ___ x 860 Kcal/h___ 205 Kcal/h

Q = (205 + 65) x (1 + 0, 28) = **346 Kcal/h**

Pérdidas totales vivienda 3 = ∑ **Q** = 4776 Kcal/h___ x 1,1628 = **5554 w**

Tabla 16. Resumen de pérdidas para las 3 viviendas

RESUMEN DE PÉRDIDAS, Q

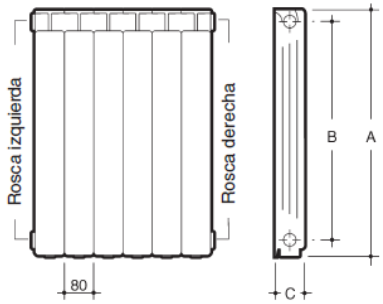
	VIVIENDA 1		VIVIENDA 2		VIVIENDA 3	
	Kcal/h	W	Kcal/h	W	Kcal/h	W
Cocina	578	672	546	635	578	672
Salón-comedor + pasillo	1320	1535	1233	1434	1486	1728
Dormitorio 1	665	773	665	773	657	764
Dormitorio 2	510	593	477	555	510	593
Baño	230	267	230	267	242	281
Lavadero	202	234	202	235	-	-
Dormitorio 3	-	-	-	-	498	579
Escalera + distrib	-	-	-	-	459	534
Aseo	-	-	-	-	346	402
TOTAL	3505	4033	3353	3899	4776	5554

2. Cálculo de la emisión calorífica de los radiadores:

Se considera

$\Delta t = tm - ta = 60\ ºC$

te	=	Temperatura de entrada fluido calefactor	=	90 ºC
ts	=	Temperatura de salida del fluido	=	70 ºC
tm	=	temperatura media radiador o panel	=	80 ºC
ta	=	= temperatura ambiente	=	20 ºC



Potencia de los emisores Kcal/h- (W) Modelo MEC 60

	VIVIENDA 1			VIVIENDA 2			VIVIENDA 3		
	Nº Elemnt	**Caudal (l)**	**Potencia**	**Nº Elementos**	**caudal**	**Potencia**	**Nº Elmnt**	**caudal**	**Potencia**
Cocina	5	2	685 (796)	4	1,6	548 (637)	5	2	685 (796)
Salón-comedor + pasillo	10	4	1369 (1592)	10	4	1369 (1592)	11	4,4	1506 (1751)
Dormitorio 1	5	2	683 (794)	5	2	683 (794)	5	2	683 (794)
Dormitorio 2	4	1,6	548 (637)	4	1,6	548 (637)	4	1,6	548 (637)
Baño	2	0,8	274 (319)	2	0,8	274 (319)	2	0,8	274 (319)
Lavadero	2	0,8	274 (319)	2	0,8	274 (319)	-		
Dormitorio 3	-	-	-	-	-	-	4	1,6	548(637)
Escalera + distrib	-	-	-	-	-	-	4	1,6	548 (637)
Aseo	-	-	-	-	-	-	3	1,2	411 (478)
TOTAL	-	**11,2**	**3833**	-	**10,8**	**3696**	-	**15,2**	**4520**

3. Cálculo del caudal total:

$$C = \frac{Q_R}{\Delta T \cdot Ce \cdot Pe} = \frac{11779}{20 \cdot 1 \cdot 1} = 589 \text{ l/h}$$

Q_R, potencia total instalada en los emisores

Tabla 17. Reparto de caudales por potencia.

REPARTO DE CAUDALES POR POTENCIA DE LOS RADIADORES

	VIVIENDA 1		VIVIENDA 2		VIVIENDA 3	
	Potencia	caudal	Potencia	caudal	Potencia	caudal
Cocina	685	34,25	548	27,4	685	34,25
Salón-comedor + pasillo	1369	68,45	1369	68,45	1506	75,3
Dormitorio 1	683	34,15	683	34,15	683	34,15
Dormitorio 2	548	27,4	548	27,4	548	27,4
Baño	274	13,7	274	13,7	274	13,7
Lavadero	274	13,7	274	13,7	-	-
Dormitorio 3	-	-	-	-	548	27,4
Escalera + distrib	-	-	-	-	548	27,4
Aseo	-	-	-	-	411	20,55
TOTAL	-	191,65	-	184,8	-	260,15

4. Calcular las pérdidas de calor por hora en los tubos de la conducción (**Q_H**). Se considera que la tubería está correctamente aislada con coquilla de espesor 2,5 cm, sobre el falso techo y enlaces empotrados en muro, siendo la conductividad del aislante 0,002 W/mºK, considerando el coeficiente de transmisión de la tubería de cobre (aislada) por metro lineal, para los diámetros utilizados de U = 0,080 Kcal/hmºC

$$Q_H = Q_R \times 5\%$$

DATO: Se considera que la instalación tiene unas pérdidas del 5% de la potencia instalada.

$$Q_H = 11779 \times 5\% = 589 \text{ kcal/h}$$

5. Potencia instalada en caldera:,

$$Q_T = (Q_R + Q_H) \times 1{,}20$$

1,20 es el factor de mayoración por inercia puesta en marcha y pérdidas no computadas (RITE).

$$Q_T = (11779 + 589) \times 1{,}20 = 14841{,}6 \text{ kcal/h} \times 1{,}1628 = 17258 \text{ W}$$

6. Gasto de combustible del quemador gas natural. Poder calorífico =9.400 Kcal/m3

$$G = \frac{QT}{PCI \cdot \eta} = \frac{14841,6}{9400 \cdot 0,85} = 1,86 \text{ m3 /h}$$

7. Consumo anual, determinado manualmente.

$$CO = 24 \times \frac{Z \times (T_A - T_{EM}) \times A \times B \times C \times Q}{(T_A - T_{EMin}) \times PCI \times \eta}$$

C_O	número de días de calefacción
Z	número de días de calefacción
T_A	Temperatura del ambiente calefactado, 20ºC
T_{EM}	Temp. ext. media del periodo de calefaccion
T_{Emin}	Temp. Ext. Mínima en el período de calefaccion
PCI	Poder calorífico inferior
η	Rendimiento de la instalación
A	Factor de reducción de temperatura
B	Factor de reducción de servicio
C	Factor de corrección exigencia calorífica

El resultado se estimará con el programa informático CERMA.

8. Cálculo del volumen del depósito:

$$V_U = V_I \times a\%$$

V_U, volumen útil en litros
V_I, volumen total de litros en la instalación
a%, coeficiente de dilatación del agua
V_V, volumen total del depósito

V_I = capacidad de los emisores + capacidad de la caldera + tuberías

Se considera de forma aproximada que la capacidad de la caldera oscila entre 2,5 a 4,00 litros/1000 Kcal/h (respecto de la potencia de la caldera) y para la capacidad de las tuberías 1,50 a 2,00 litros/1000 Kcal/h.

$$V_I = 37,2 + 48 + 24 = 109,2 \text{ litros}$$

3.2.2. Refrigeración

3.2.2.1. Conceptos previos

Para refrigerar un local hay que extraer calor de él, exactamente la misma cantidad de calor por unidad de tiempo que entra, por la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior del local, más el calor que éste pueda recibir procedente del sol, más el calor por unidad de tiempo generado en el interior.

La **carga térmica** es el calor por unidad de tiempo que entra o se genera en el local. El calor que entra por diferencia de temperaturas, se llama **calor sensible** y el que entra por diferencia de humedades, se llama **calor latente**.

Las condiciones de confort en el interior para régimen de verano son:

T = 23 ºC, HR = 50 %, Velocidad 0,18 a 0,24 m/s

3.2.2.2. Procedimiento de cálculo

En este apartado se calcula la demanda de refrigeración de las diferentes estancias del edificio. El cálculo se realiza para las condiciones de carga máxima, que corresponden a unos valores de temperatura y humedad exteriores desfavorables.

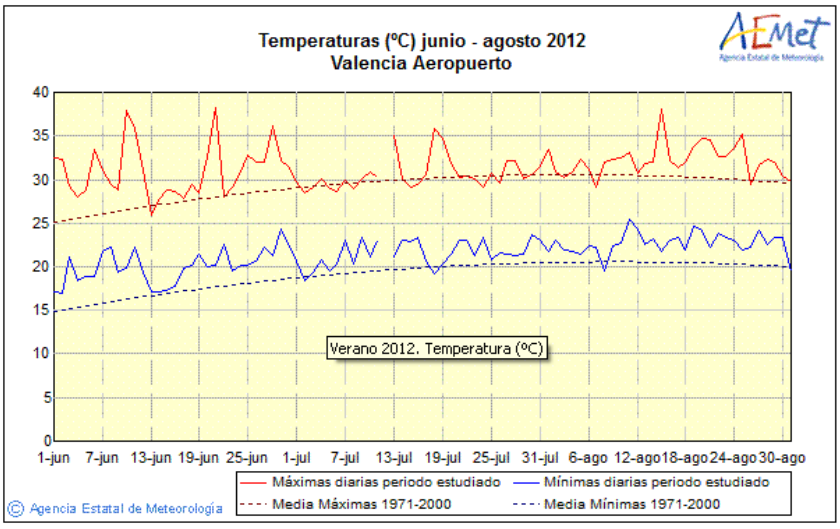
Se considera carga parcial cuando la instalación trabaja con menos potencia para la cual ha sido diseñada.

DATOS DE PARTIDA:

Interior (confort): T = 23 ºC, HR = 50 %, Velocidad 0,18 a 0,24 m/s

Exterior (máximo): T = 35 ºC, HR = 50 %,

Imagen 3. Temperaturas máximas y mínimas en el periodo invernal. Fuente: AEMET.



El procedimiento de cálculo es similar al de calefacción, pero en este caso se calculan las ganancias de calor en lugar de las pérdidas de calor a través de la envolvente. Por ser el mismo procedimiento de cálculo, se omiten las tablas utilizadas en el apartado 3.2.1 y se muestran los resultados.

Las ganancias totales, G_T:

$$G_T = \sum[G_p + G_S + G_R + G_E + G_I] \cdot C_M$$

1. Calcular las ganancias a través de los cerramientos, para cada local en el que se prevé la instalación de un aparato de aire acondicionado.

$$G_p = S \cdot U \cdot \Delta t$$

G_p	Ganancias por la envolvente en W (Kcal/h)
S	Superficie del paramento (m2)
U	Coeficiente de transmisión térmica W/m2ºC
Δt	t_{ext}- t_{int} diferencia de temperatura exterior e interior

Para este cálculo se han utilizado las mismas tablas que para el cálculo de las pérdidas por transmisión para calefacción, con diferentes temperaturas Tint = 23 ºC Texterior = 33ºC

Tabla 28. Resumen ganancias por transmisión.

Cálculo ganancias por transmisión, Gp

	Vivienda 1		Vivienda 2		Vivienda 3	
	W	Kcal/h	W	Kcal/h	W	Kcal/h
Salón	849	730	849	730	823	708
Dormitorio 1	526	453	526	453	500	430
Dormitorio 2	395	340	395	340	395	340
Dormitorio 3	-	-	-	-	380	327
Total	1770	1522	1770	1522	2098	1805

1. Cálculo de las ganancias por la radiación solar directa en los huecos.

$$G_S = S \cdot R \cdot f$$

G_S	Ganancias por radiación solar directa en huecos W (Kcal/h)
S	Superficie del hueco o carpintería (m2)
R	Radiación solar en W/m2
f	Factor de reducción solar del vidrio (fabricante)

A continuación se muestra la tabla de radiación solar máxima aproximada para una latitud concreta de 40º N que se produce en el mes de agosto:

Tabla 19. Radiación solar en función de la orientación

Orientación	Radiación solar W/m2 (Kcal/hm2)
N	33 (29)
NE	321 (276)
E	510 (439)
SE	459 (395)
S	321 (276)
SO	460 (396)
O	510 (439)
NO	321 (276)

Tabla 20. Resumen Ganancias por radiación directa.

GANANCIAS POR LA RADIACIÓN SOLAR DIRECTA

Vivienda 1, 2 y 3

	S	**R**	***f***	**GS (W)**	**GS (Kcal/h)**
Salón	0,40 x 1,95	510	0,85	338,13	290,79
	2,90 x 1,95	321	0,85	1542,97	1326,94
Dormitorio 1	0,40 x 1,95	510	0,85	338,13	290,79
	1,40 x 2,20	321	0,85	840,38	722,72
Dormitorio 2	1,40 x 2,20	321	0,85	840,38	722,72
Dormitorio 3	0,95	510	0,85	411,83	354,17

2. Calcular las ganancias por renovación de aire.

$$G_R = G_{RS} + G_{RL}$$

$$G_{RS} = C \cdot d \cdot ce \cdot \Delta t$$

GRS	Ganancias de calor sensible por renovaciones de aire W (Kcal/h)
C	Caudal de aire en m3/s (m3/h) (1 h = 3600 s)
d	Densidad del aire a efectos de cálculo 1,2 Kg/m3
ce	Calor específico del aire 1000 J/KgºC (0,24 Kcal/KgºC)
Δt	t_{ext}- t_{int} diferencia de temperaturas en ºC
t_{ext}	Temperatura del ambiente exterior en ºC
t_{int}	Temperatura del ambiente interior en ºC

Tabla 21. Resumen ganancias de calor sensible por renovación.

GANANCIAS DE CALOR SENSIBLE POR RENOVACIÓN DE AIRE

Vivienda 1, 2 y 3

	Caudal m3/h	D kg/m3	Ce Kcal/kgºC	Δt ºC	GRS (Kcal/h)
Salón	54	1,2	0,24	12	186,624
Dormitorio 1	36	1,2	0,24	12	124,416
Dormitorio 2	36	1,2	0,24	12	124,416
Dormitorio 3	36	1,2	0,24	12	124,416

$G_{RL} = C \cdot d \cdot cv \cdot \Delta he$

GRL	Ganancias de calor latente por renovaciones de aire W (Kcal/h)
C	Caudal de aire en m3/s (m3/h) (1 h = 3600 s)
d	Densidad del aire a efectos de cálculo 1,2 Kg/m3
cv	Calor de vaporización del agua 2500 J/g (0,6 Kcal/g)
∆he	he_{ext}- he_{int} diferencia de humedades específicas
he_{ext}	Humedad específica del ambiente exterior en g/kg
he_{int}	Humedad específica del ambiente interior en g/kg

he_{int} = 9 g/Kg, T=23 ºC, HR=50 %

he_{ext} = 26 g/Kg T=35 ºC, HR=75 %

Datos de la humedad específica del ambiente obtenidos en el ábaco psicométrico

Imagen 4. Ábaco psicométrico.

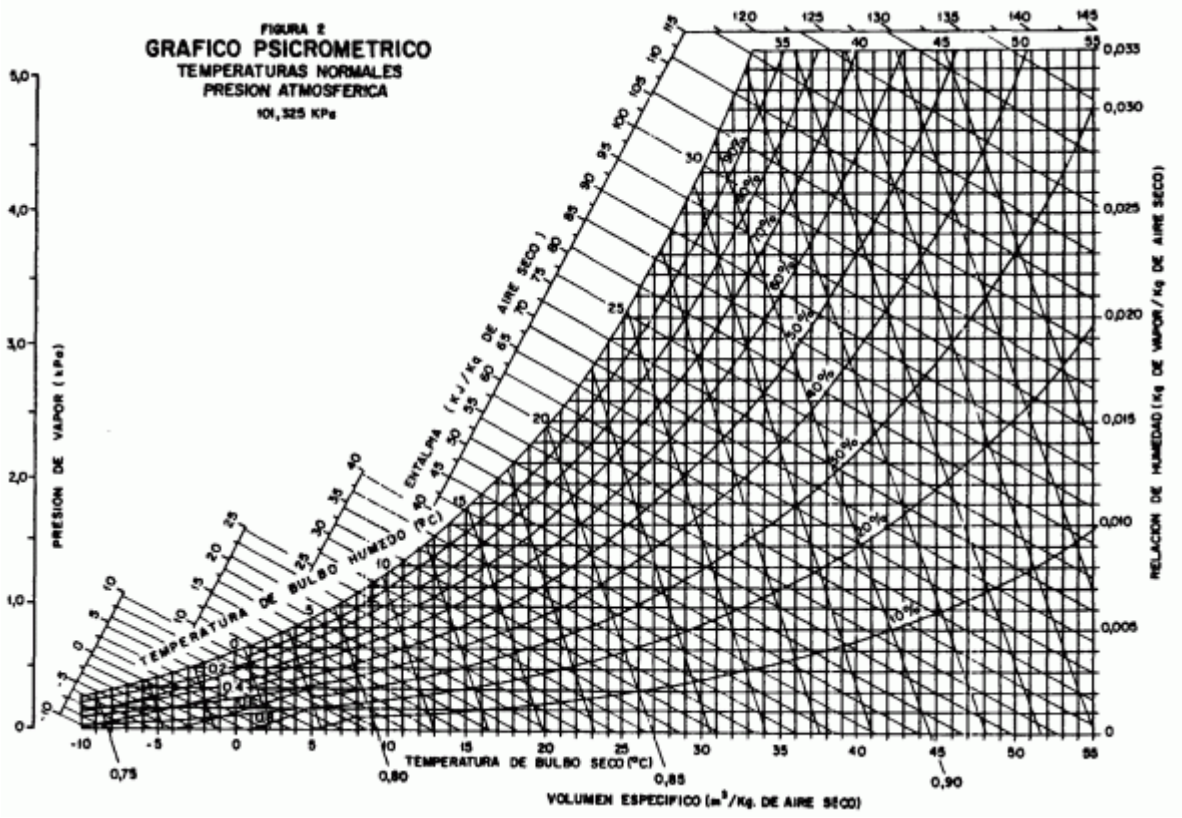


Tabla 22. Ganancias de calor latente por renovación de aire.

GANANCIAS DE CALOR LATENTE POR RENOVACIONES DE AIRE

Vivienda 1, 2 y 3	Caudal m3/h	D kg/m3	Cv Kcal/g	∆he (g/kg	GRL (Kcal/h))
Salón	54	1,2	0,6	17	660,96
Dormitorio 1	36	1,2	0,6	17	440,64
Dormitorio 2	36	1,2	0,6	17	440,64
Dormitorio 3	36	1,2	0,6	17	440,64

El caudal es el mínimo que establece el CTE DB HS-3.

Tabla 23. Resumen Ganancias totales por renovación de aire.

GANANCIAS POR RENOVACIÓN DE AIRE

	GRS (Kcal/h)	GRL (Kcal/h)	GR (Kcal/h)
Salón	186,624	660,96	848
Dormitorio 1	124,416	440,64	565
Dormitorio 2	124,416	440,64	565
Dormitorio 3	124,416	440,64	565

3. Calcular las ganancias de calor sensible por estancia de personas.

$$G_E = G_{ES} = + G_{EL}$$

$$G_{ES} = np \cdot cs$$

$$G_{EL} = np \cdot cl$$

GES	Ganancias de calor sensible por estancia de personas W (Kcal/h)
np	Número de personas en el local
cs	Calor sensible por persona W (Kcal/h)
cl	Calor latente por persona W (Kcal/h)

Tabla 24. Resumen Ganancias de calor sensible por estancia de personas.

GANANCIAS DE CALOR SENSIBLE POR ESTANCIA DE PERSONAS

	np	Cs (Kcal/h)	GES (Kcal/h)	cl	GEL (Kcal/h)	GE (Kcal/h)
Salón	4	55	220	50	200	420
Dormitorio 1	2	55	110	50	100	210
Dormitorio 2	2	55	110	50	100	210
Dormitorio 3	2	55	110	50	100	210

Tabla 25. Resumen de Ganancias totales.

RESUMEN GANANCIAS TOTALES

Vivienda 1 y 2

	Gp (Kcal/h)	GS (Kcal/h)	GR (Kcal/h)	GE (Kcal/h)	GT (Kcal/h)	GT (w)
Salón	730	1908,5	848	420	3907	4542
Dormitorio 1	453	722,7	565	210	1951	2268
Dormitorio 2	340	722,7	565	210	1838	2137
				TOTAL	7696	8947

Tabla 26. Resumen de Ganancias totales.

RESUMEN GANANCIAS TOTALES

Vivienda 3

	Gp (Kcal/h)	GS (Kcal/h)	GR (Kcal/h)	GE (Kcal/h)	GT (Kcal/h)	GT (w)
Salón	708	1908,5	848	420	3885	4517
Dormitorio 1	430	722,7	565	210	1928	2242
Dormitorio 2	340	722,7	565	210	1838	2137
Dormitorio 3	327	354,2	565	210	1456	1693

Cálculo del caudal de aire que impulsa cada aparato de aire acondicionado para alcanzar la temperatura de confort:

$$C = \frac{1}{d \cdot \Delta en} \cdot P$$

C, caudal de aire en m3/h
d, densidad del aire a efectos de cálculo 1,2 Kg/m3.
Δen, diferencia de entalpías en Kcal/Kg
P, potencia calorífica en Kcal/h

El valor de la entalpía del aire a la salida y a la entrada de la máquina, se obtiene a partir del ábaco psicométrico:

Entalpia de entrada: T=23 ºC, HR=50 % ___ 23 Kcal/kg

Entalpia de salida: T=35 ºC, HR=75 % ___ 11 Kcal/Kg

Calculo del caudal en función de la potencia seleccionada en los aparatos

Tabla 27. Resumen de caudales de impulsión.

RESUMEN de CAUDALES DE IMPULSIÓN

	1/d· entalpia	Kcal/h	Caudal m3/h
Salón (Viv 1 y 2)	0,069	4300	297
Dorm 1 (Viv 1 y 2)	0,069	2150	148
Dorm 2 (Viv 1 y 2)	0,069	1892	131
Dorm 3 (Viv 3)	0,069	1548	107
Dorm 1 (Viv 3)	0,069	2150	148
Dorm 2 (Viv 3)	0,069	1892	131
Salón (Viv 3)	0,069	4300	297

Escoger un equipo de aire acondicionado. Para vivienda 1 y 2. Aparatos de aire acondicionado de la marca mitsubishi:

- Equipo exterior MXZ- 5D102VA frío: 10,5 kW

Tabla 28. Potencias instaladas en la vivienda 1 y 2.

	kW	kW
Salón	5	
Dormitorio 1	2,5	10,5
Dormitorio 2	2,2	

Vivienda 3.

- Equipo exterior MXZ- 6C122VA frío: 12,2 kW

Tabla 29. Potencias instaladas en la vivienda 3.

	kW	kW
Salón	5	
Dormitorio 1	2,5	12,2
Dormitorio 2	2,2	
Dormitorio 3	1,8	

3.4. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS. CTE DB- HE 4

3.4.1. Ámbito de aplicación

La instalación solar térmica para la obtención de agua caliente sanitaria queda regulada por el Código Técnico de la Edificación en el DB- HE 4. Es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria.

3.4.2. Procedimiento de verificación

Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia que se expone a continuación:

a) obtención de la contribución solar mínima según el apartado 2.1;
b) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3
c) cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

a) Contribución solar mínima (2.1)

La contribución solar mínima es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70

La contribución solar mínima será del 60 % suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural, u otras;

NOTA: la instalación no podrá sobrepasar el 110 % de la demanda energética ni el 100% en más de 3 meses seguidos.

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla 2.4. Se tienen que cumplir las tres condiciones.

Tabla 2.4 Pérdidas límite

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

En nuestro caso, la colocación de los captadores solares se realiza en la azotea plana transitable, apoyados sobre una estructura diseñada para tal efecto. No atiende a criterios arquitectónicos, ni su colocación es paralela a la envolvente (superposición).

NOTA: Si no se alcanza la contribución solar mínima por razones arquitectónicas, pero se cumplen los límites de pérdidas se debe justificar.

b) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.

Para el cálculo de la demanda total de ACS a 60ºC se utiliza la tabla 2.4: (temperatura del acumulador) n = 22 l/día persona

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60ºC (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60º C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama

(Temperatura del acumulador 60ºC) n = 22 l/día persona

Para el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Tabla 30. Número de personas por vivienda.

	Dormitorios	Personas	Nº Viviendas
Vivienda Tipo A	2	3	x 2
Vivienda Tipo B	3	4	x 1
		TOTAL	10 personas

DEMANDA de ACS = 10 personas x 22 litros de ACS/día = **220 litros/día**

Radiación solar global en función de la zona climática en la que se encuentra el edificio

Tabla 3.2 Radiación solar global

Zona climática	MJ/m^2	kWh/m^2
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H <4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

3.3.3. Criterios generales de las condiciones de cálculo

La instalación solar estará formada por:

- Sistema de captación: la placa solar seleccionada es Ibersolar OPS-H210, con una superficie útil del colector de 1,92 m2 así que para cubrir las necesidades del edificio seleccionamos 4 placas solares térmicas. De este modo el área de la instalación de colectores solares es 7,68 m2.
  La conexión de placas se realiza en paralelo.

- Sistema de acumulación, que tiene que cumplir los siguientes requisitos:

50 < V/A < 180 (A, suma de las áreas de los captadores y V, volumen del depósito de acumulación solar (litros)

Volumen = 308 litros, 50 < 308/A < 180, 1,71 m2 < A < 6,16 m2

El sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores. El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie invertida en el circuito de consumo ó en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados.

- Circuito hidráulico: Todo el circuito hidráulico se realizará en cobre, las válvulas de corte y las de regulación, purgadores y otros accesorios será de cobre, latón o bronce; no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado. Se deberá instalar manguitos electrolíticos entre los elementos de diferentes metales para evitar el par galvánico.

- Sistema de intercambio: La potencia mínima del intercambiador P, se determina para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m2 y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$P \geq 500 \cdot A$

P, potencia mínima del intercambiador [W];
A, el área de captadores [m^2].

$$P = 500 \cdot 7{,}68\ m2 = 3840\ w$$

- Sistema de regulación y control. Dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. El equipo no dispone de acumulación, es modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente.

- Equipo de energía convencional auxiliar: se utiliza una caldera de apoyo de gas natural para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria, como si no existiese el sistema de captadores solar.

Una vez definida la instalación es necesario comprobar los límites por orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles.

NOTA: condiciones especiales si se supera la demanda correspondiente a la ocupación. El rendimiento del captador debe ser siempre igual o superior al 40 %. Adicionalmente se deberá cumplir que el rendimiento medio dentro del periodo al año en el que se unifque la instalación deberá ser mayor al 20 %

Orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización: demanda preferente en invierno: la latitud geográfica de + 10º

Calcular el rango de inclinaciones aceptables para el azimut (α) dado. Los captadores están orientados a sur, así que el azimut es α = 0°. La inclinación respecto la horizontal es de 30°.

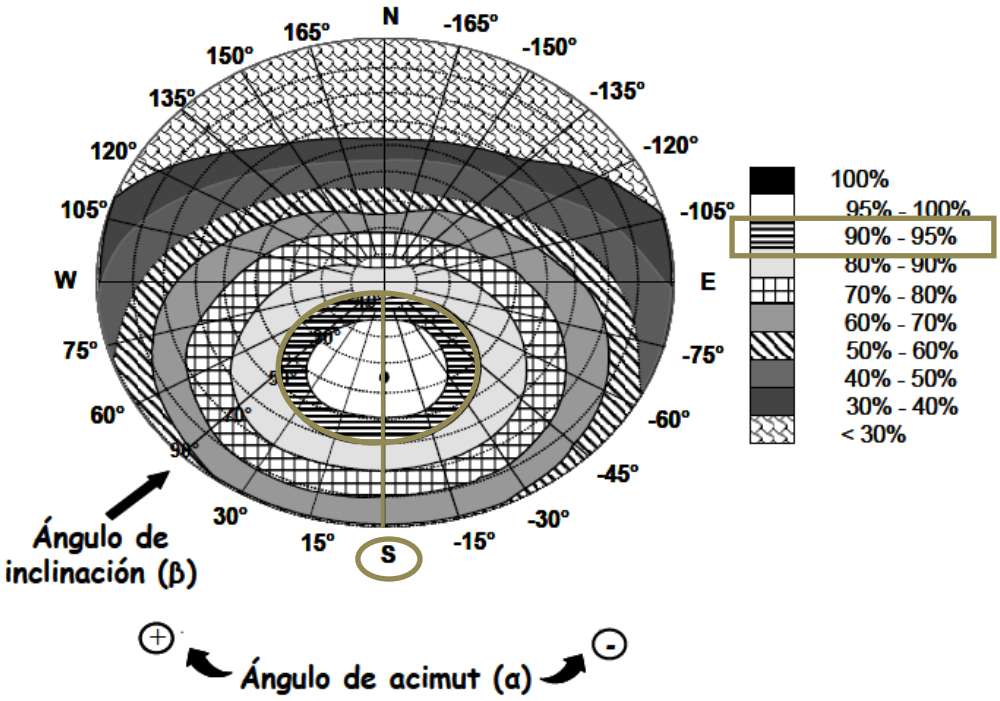


Figura 3.3
Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

Los límites de la inclinación del captador son 6° <β < 60°. Estos límites están obtenidos para la latitud φ = 41°. Ahora es necesario realizar la corrección para la ciudad de Aldaia que tiene una latitud de φ = 39,40 °.

$$\beta_{máxima} = B_{máxima\ a\ \varphi = 41°} - (41\ ° - \varphi_{lugar});\ B_{máxima} = 70\ ° - (41\ ° - 39{,}40\ °) = 68{,}4°$$

$$\beta_{mínima} = B_{mínima\ a\ \varphi = 41°} - (41\ ° - \varphi_{lugar});\ B_{mínima} = 6\ ° - (41\ ° - 39{,}40\ °) = 4{,}4°$$

Hay que verificar, en este caso gráficamente que las pérdidas son admisibles.

Cumple.

Comprobar las pérdidas de radiación solar por sombras. Pérdida límite 10 %. Comparar el perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del sol, así calculamos las pérdidas a lo largo de todo el año. No se puede aplicar porque se necesitan las coordenadas de posición acimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Y para ello, es necesario utilizar un teodolito.

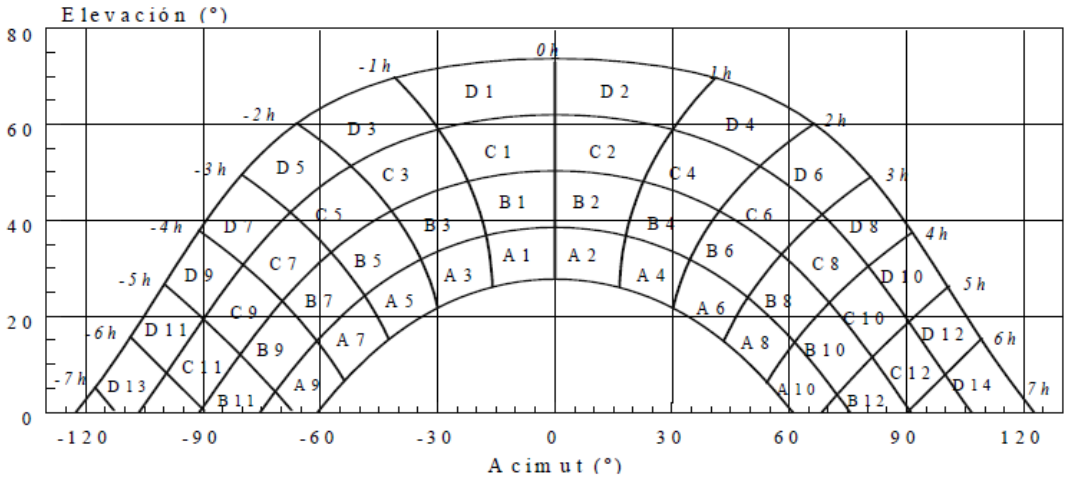


Figura 3.4 Diagrama de trayectorias del sol

La tabla más adecuada para el caso que estamos estudiando es:

Tabla B.1

	β=35° ; α=0°				β=0° ; α=0°				β=90° ; α=0°				β=35° ; α=30°			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,01	0,12	0,44	0,00	0,01	0,18	1,05	0,00	0,01	0,02	0,15	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,13	0,41	0,62	1,49	0,05	0,32	0,70	2,23	0,23	0,50	0,37	0,10	0,02	0,10	0,19	0,56
7	1,00	0,95	1,27	2,76	0,52	0,77	1,32	3,56	1,66	1,06	0,93	0,78	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,84	1,50	1,83	3,87	1,11	1,26	1,85	4,66	2,76	1,62	1,43	1,68	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,70	1,88	2,21	4,67	1,75	1,60	2,20	5,44	3,83	2,00	1,77	2,36	2,24	1,60	1,92	4,14
1	3,17	2,12	2,43	5,04	2,10	1,81	2,40	5,78	4,36	2,23	1,98	2,69	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,17	2,12	2,33	4,99	2,11	1,80	2,30	5,73	4,40	2,23	1,91	2,66	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,70	1,89	2,01	4,46	1,75	1,61	2,00	5,19	3,82	2,01	1,62	2,26	2,93	2,08	2,23	5,02
6	1,79	1,51	1,65	3,63	1,09	1,26	1,65	4,37	2,68	1,62	1,30	1,58	2,14	1,82	2,00	4,46
8	0,98	0,99	1,08	2,55	0,51	0,82	1,11	3,28	1,62	1,09	0,79	0,74	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,11	0,42	0,52	1,33	0,05	0,33	0,57	1,98	0,19	0,49	0,32	0,10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,02	0,10	0,40	0,00	0,02	0,15	0,96	0,00	0,02	0,02	0,13	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,22

En el caso de que se interceptase un obstáculo, el porcentaje de irradiación solar anual que se perdería sería de 3,17 %

3.4. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DE PARTIDA

3.4.1. Indicadores energéticos

El programa informático CERMA se utiliza para edificios de vivienda en bloque o unifamiliares. Con él se determina el nivel de eficiencia energética del edificio por el método de la opción general que desarrolla el CTE DB-HE de un modo sencillo.

Los resultados de CERMA, muestran un indicador energético principal y varios complementarios. El indicador energético principal es el dado por las:

- Emisiones de CO2, expresadas en kg por m2 de superficie útil del edificio.
- Energía primaria anual, en kWh por m2 de superficie útil del edificio.

Estos dos indicadores se obtienen de la energía consumida por el edificio para satisfacer las necesidades asociadas a unas condiciones normales, tanto climáticas como de funcionamiento.

Los indicadores complementarios proporcionan información útil a la hora de proponer medidas que mejoren el comportamiento del edificio, son:

- Desglose de las emisiones de CO2 para los servicios principales del edificio.
- Desglose del consumo de energía primaria para los servicios principales del edificio.
- Energía demandada por el edificio para cada uno de sus servicios principales.

3.4.2. Definición de las instalaciones

Es necesario para calcular la eficiencia energética definir los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Para ello el programa solicita la introducción de ciertos datos que definen las propiedades de los equipos y unidades terminales de cada sistema (potencia, rendimiento nominal, caudal, temperatura, etc.).

En la siguiente tabla se esquematizan los diferentes tipos de sistemas, equipos y unidades terminales que proporciona el programa, con ellas modelaremos el sistema de calefacción, refrigeración y Agua caliente Sanitaria de nuestro proyecto

Tabla 31. Nomenclatura sistemas y equipos de CERMA.

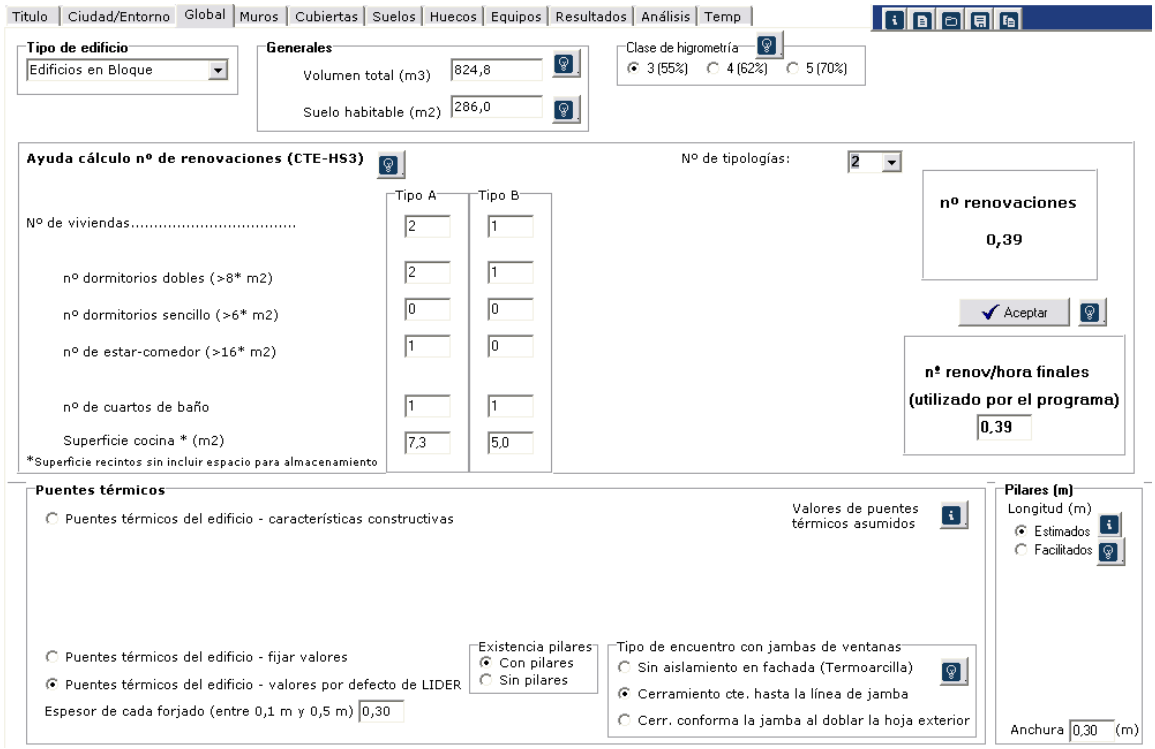
	EQUIPOS	SISTEMAS
ACS	Equipo de acumulación de agua caliente Caldera	Sistema de ACS
CALEFACCIÓN	Caldera Calefacción eléctrica Expansión directa aire-agua BC	Sistema mixto de ACS y calefacción
REFRIGERACIÓN	Expansión directa aire-aire solo frio	Sistema de climatización unizona Sistema multizona: Expansión directa/Cndts
CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	Expansión directa aire-aire Bomba de calor (BC).	Sistema multizona de expansión directa
	Radiadores	Sistema multizona por conductos
	Equipo de rendimiento constante	Sistema Unizona

Las características de la instalación de refrigeración y calefacción han sido definidas en los apartados 3.2.1. y 3.2.2. y son los datos que se introducen en el programa.

3.4.3. Procedimiento de entrada de datos

En primer lugar se definen los datos globales del edificio: superficie habitable, volumen total, tipología de viviendas y composición, nº de renovaciones a efectos del DB HS 3 y los puentes térmicos, que pueden introducirse valores calculados o por defecto.

Imagen 5. Interfaz cálculo de transmitancias térmicas.



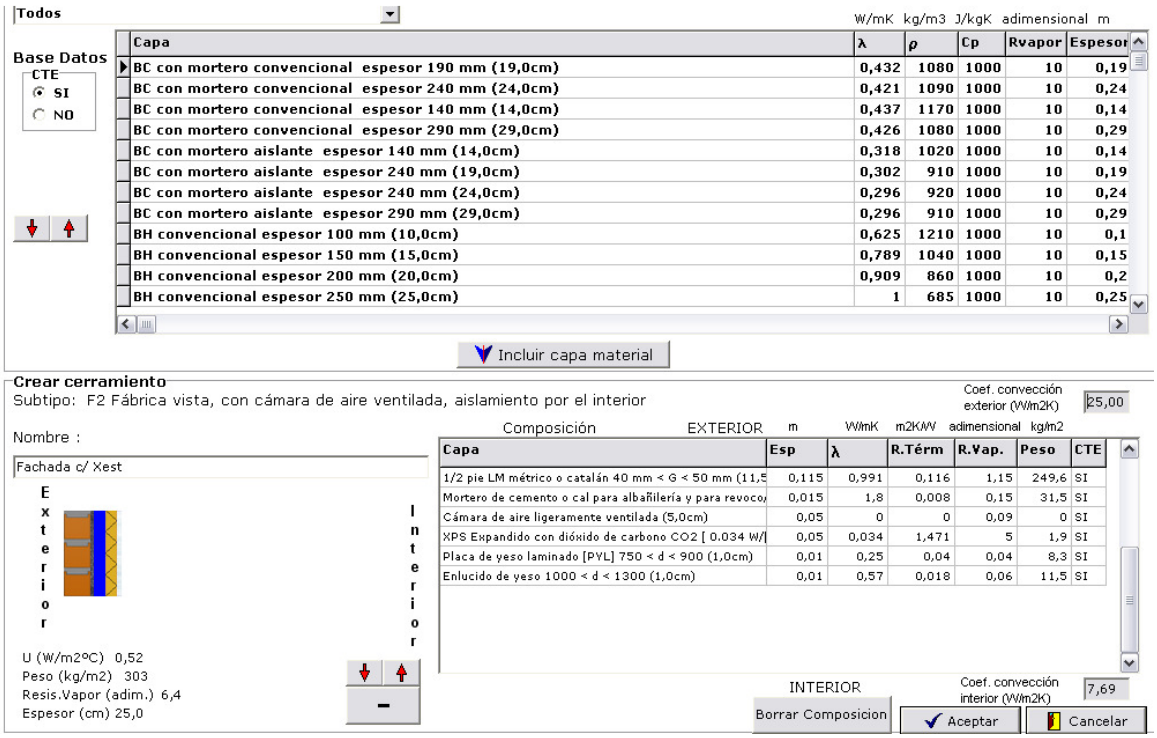
Las renovaciones se han calculado, sumando los mínimos caudales de renovación que establece el DB HS 3 para cada local y dividiéndolo por el volumen.

Tabla 2.1 *Caudales de ventilación* mínimos exigidos

		***Caudal de ventilación* mínimo exigido q_v en l/s**		
		Por ocupante	**Por m^2 útil**	**En función de otros paráme-tros**
Locales	**Dormitorios**	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por *local*
	Cocinas		2	50 por *local* (1)
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

Una vez hecho esto se introducen los datos referentes a fachadas, muros, particiones, cubiertas y huecos que limitan la envolvente del edificio. Se introducen los datos de los materiales con sus características y se obtiene la transmitancia térmica de estos. El programa, contiene los valores que se describen para ellos en el Catálogo de Detalles Constructivos del CTE.

Imagen 6. Interfaz cálculo de transmitancias térmicas.



Para que cumpla el resultado, las transmitancias de la envolvente tienen que ser menores a las transmitancias máximas y límites que especifica el CTE, no se pueden producir condensaciones intersticiales ni superficiales en la envolvente.

En este caso sabemos de antemano que la envolvente, los puentes térmicos y huecos cumplen las especificaciones de transmitancia térmica y condensaciones del DB HE-1, ya que han sido calculadas manualmente.

Los huecos incorporan persiana de PVC, así que es necesario realizar una reducción del factor solar y de la transmitancia térmica del hueco. Para la reducción del factor solar se siguen los criterios que establece la norma UNE-EN 13363-1 y para la reducción de las transmitancias la norma UNE-EN ISO 10077-1 .

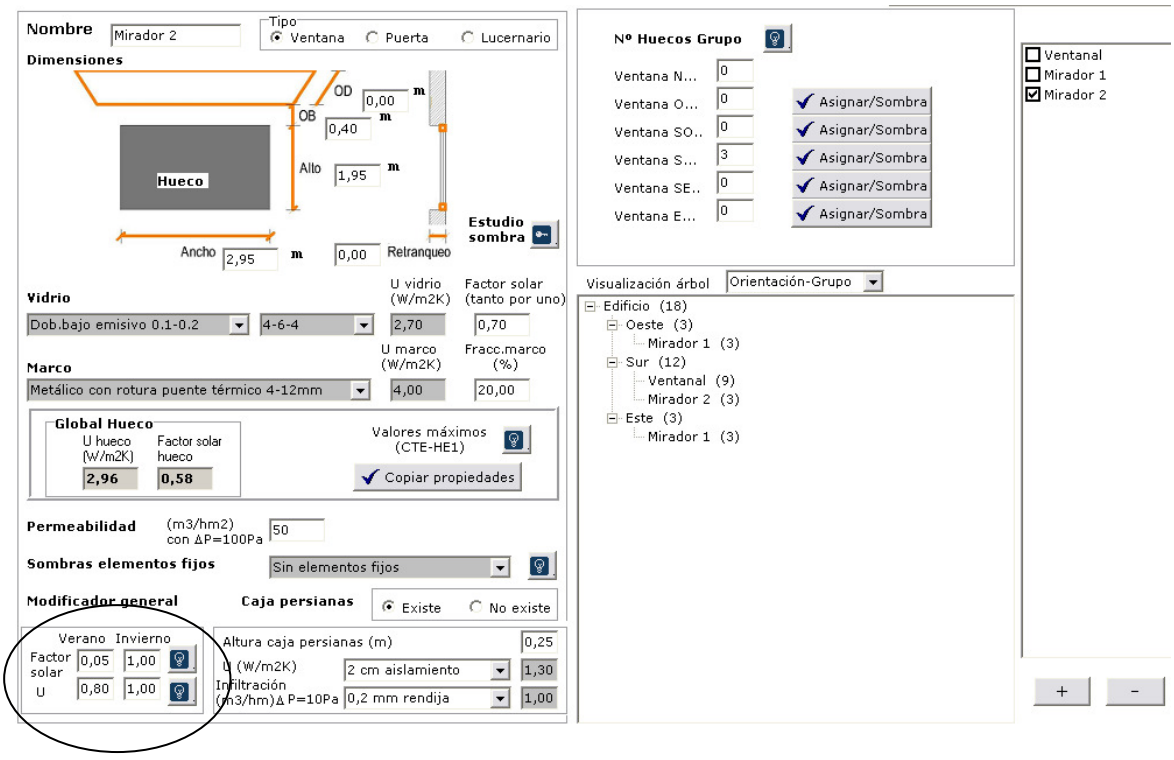
Tabla 32. Reducción del factor solar en función del acristalamiento. Tabla extraída del DTIE 7.03

Valores de reducción del factor solar al aplicar protecciones.			
Posición	Transmisividad	Color	Tipo de acristalamiento
			Doble bajo emisivo
Exterior	Opaca	Blanco	0,03
		Pastel	0,05
		Oscuro	0,06
		Negro	0,08

Tabla 33. Reducción de la transmitancia térmica en función del acristalamiento. Tabla extraída del DTIE 7.03

Valores de reducción de la transmitancia al aplicar protecciones.	
Tipo de persiana	Tipo de acristalamiento
	Doble bajo emisivo
Persiana enrollable de aluminio	0,84
Persiana enrollable de madera y plástico sin relleno de aislante	0,80
Persiana enrollable de plástico con relleno de aislante	0,77
Persianas de madera de 25 a 30 mm de espesor	0,74

Imagen 7. Interfaz edición de hueco.



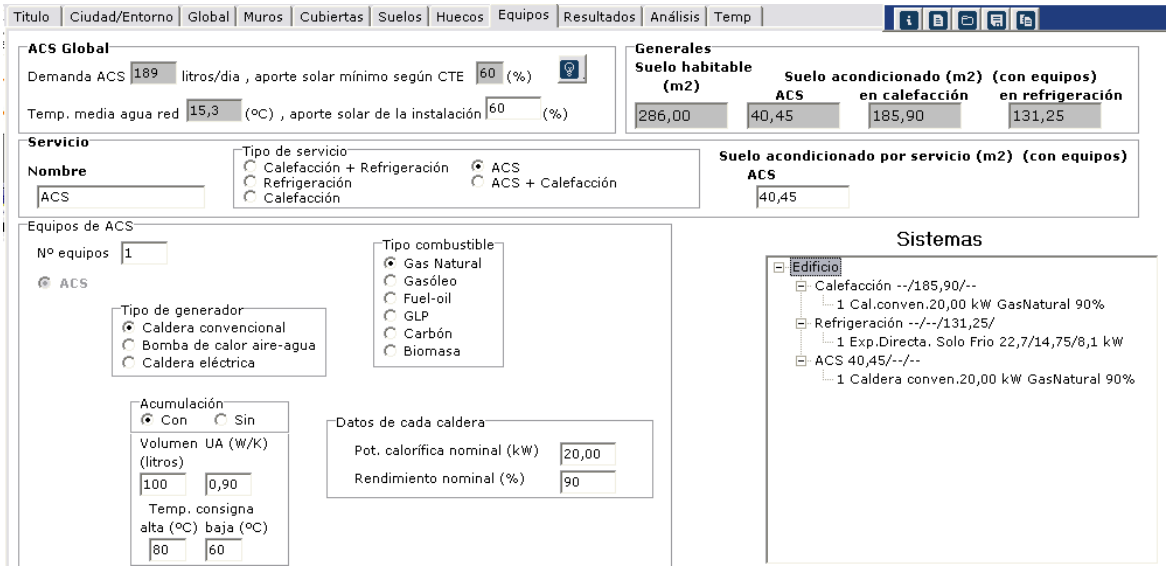
El edificio cumple los valores necesarios, así que se puede pasar a definir los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

- CALEFACCIÓN: Sistema mixto de agua caliente sanitaria y calefacción.
- REFRIGERACIÓN: Sistema multizona por expansión directa (Multisplit).

Para realizar el cálculo se definen los equipos y unidades terminales que lo forman. Para ello utilizamos los datos obtenidos en el cálculo manual de pérdidas.

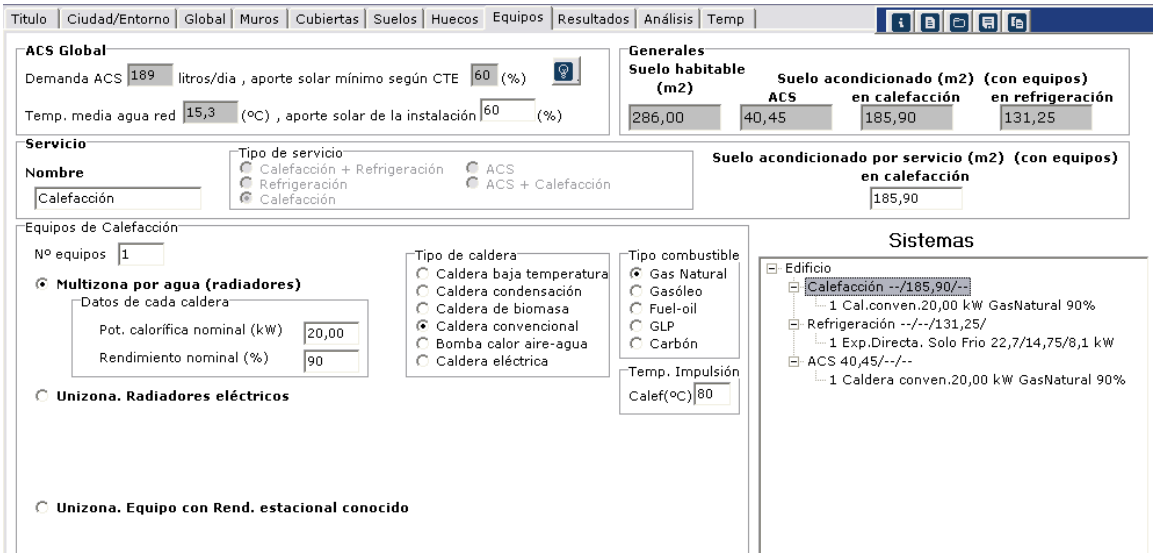
- Demanda de ACS:

Imagen 8. Interfaz de agua caliente sanitaria.



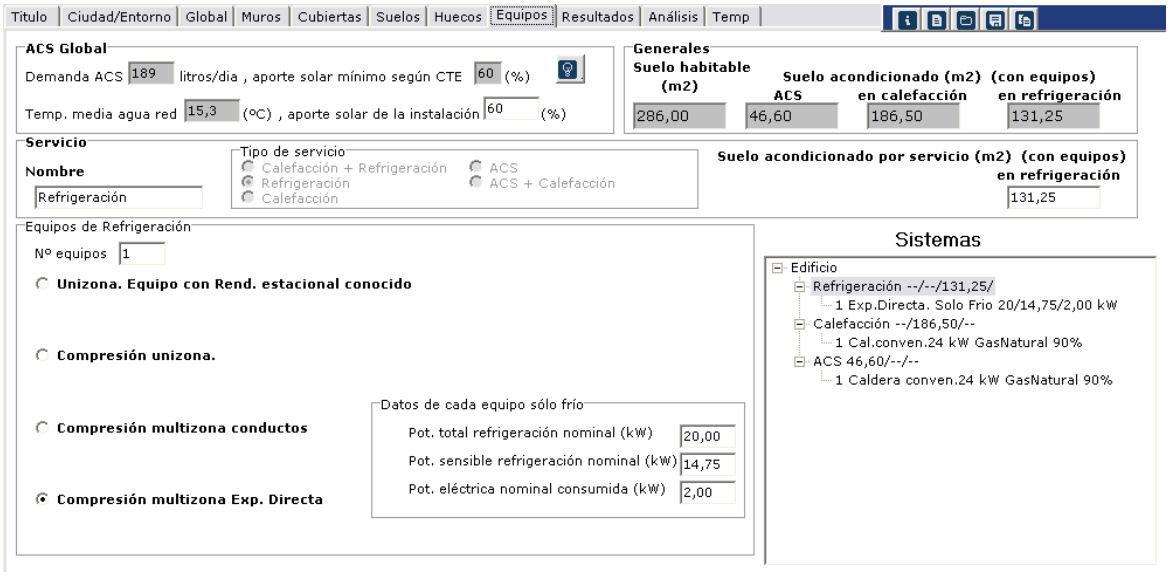
- Calefacción: unidades terminales (radiadores por espacios) y equipo (caldera y acumulador).

Imagen 9. Definición de la instalación de calefacción.



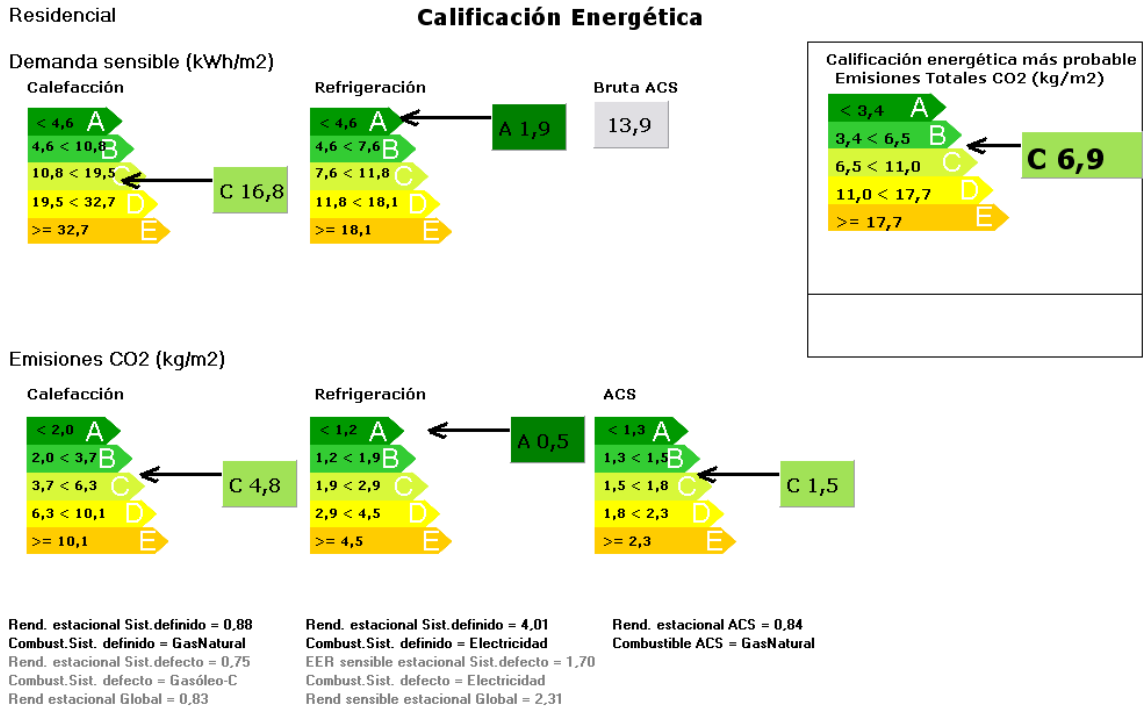
- Refrigeración: unidades terminales (splits de aire acondicionado por espacios) y equipo (bomba de calor generadora de frío).

Imagen 10. Definición instalación de refrigeración.



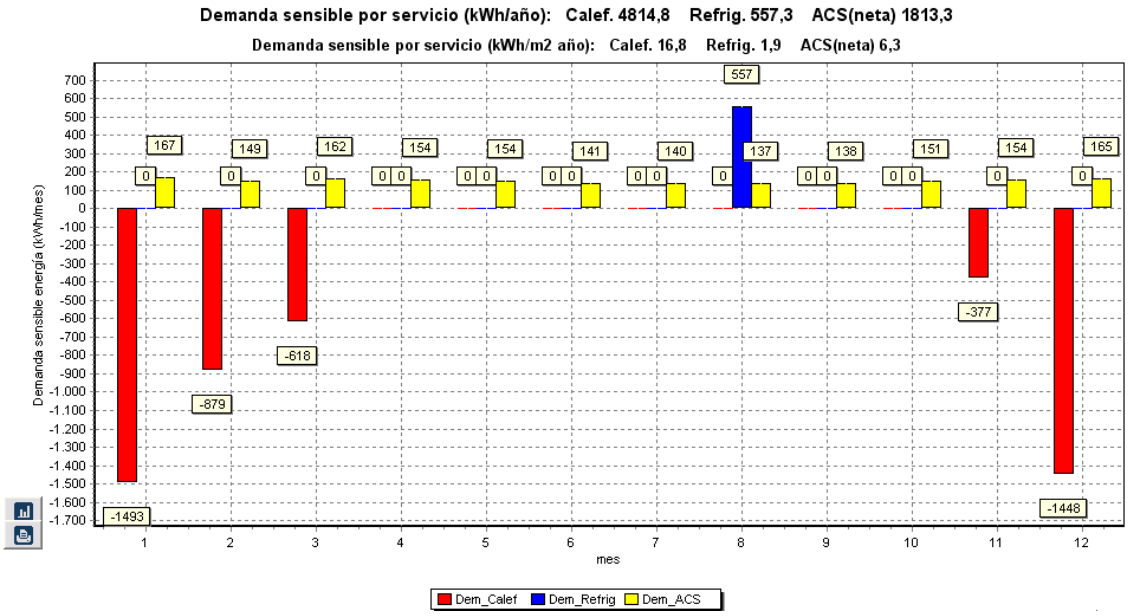
Una vez realizado esto, podemos proceder a calcular obteniendo la calificación del edificio, la demanda de calefacción y refrigeración anual y las emisiones de CO2 emitidas a la atmosfera por consumo de energía.

Imagen 11. Calificación energética con CERMA.



CERMA genera dos pantallas de datos una gráfica en la que se determina la letra que califica para cada parámetro calculado y la de resultados en la que se muestran en una gráfica la demanda anual y por superficie de cada servicio.

Imagen 12. Resultados de la calificación.



El gasto económico anual por consumo de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria es:

8207,6 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 1238,77 € /anuales

Calefacción____ 5804,6 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 876,09 € /anuales

Refrigeración___241,3 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 36,42 € /anuales

Cumpliendo el CTE tenemos al menos un 90 % de posibilidades de ser letras C o D. Y así es como ha ocurrido en nuestro proyecto, cumple todos los requisitos que establece el CTE y la calificación obtenida es letra C.

NOTA: Realizando mejoras en la piel del edificio y los sistemas energéticos, con retorno de la inversión inferior a 8 años, se puede obtener una letra B de certificación. En el caso de mejoras con retornos de inversión superiores a 8 años se puede alcanzar la letra A.

3.5. MEJORAS

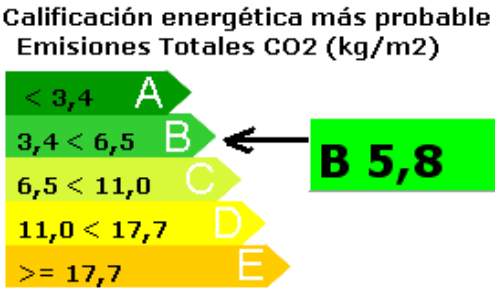
El objetivo de este apartado es reducir la demanda energética de los sistemas de calefacción y refrigeración requeridos por el edificio mediante la actuación primero sobre la envolvente térmica y después sobre las instalaciones.

3.5.1. Mejora de la envolvente y las instalaciones

Iniciamos el proceso de evaluación de las mejoras por el comportamiento de los huecos, primero según tipo de vidrio, segundo según tipo de elemento de sombra y por último el tipo de marco, realizando las combinaciones entre ellos.

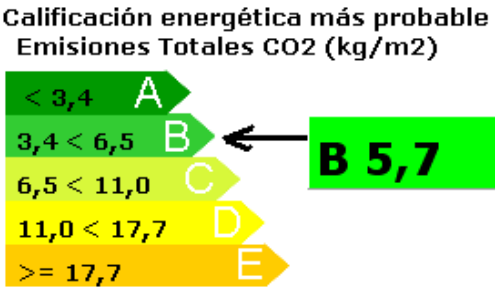
1_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-12-4 con una transmitancia térmica de U=1,8 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico sin aislamiento fs =0,05, U = 0,80 W/m2K (original).

Imagen 13. Calificación.



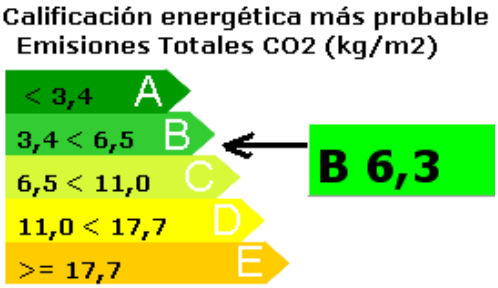
2_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-15-4 con una transmitancia térmica de U=1,6 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico sin aislamiento fs =0,05, U = 0,80 W/m2K (original).

Imagen 14. Calificación.



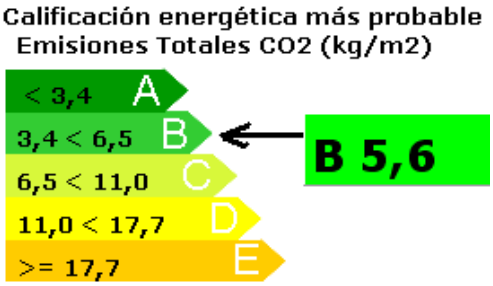
3_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,1-0,2/ 4-6-4 con una transmitancia térmica de U=2,8 W/m2K y un factor solar de 0,76 (original). Persiana de plástico sin aislamiento fs =0,05, U = 0,80 W/m2K (original).

Imagen 15. Calificación.



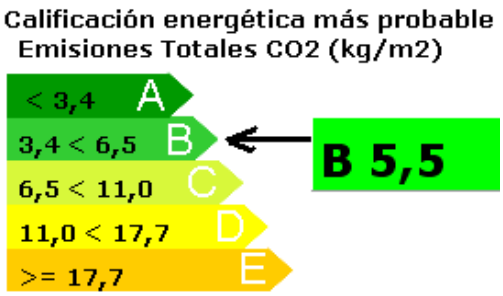
4_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-12-4 con una transmitancia térmica de U=1,8 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico sin aislamiento fs =0,05, U = 0,80 W/m2K (original).

Imagen 16. Calificación.



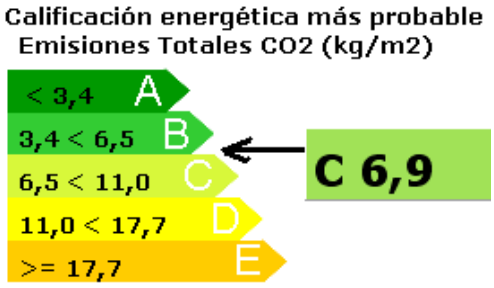
5_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-15-4 con una transmitancia térmica de U=1,6 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico sin aislamiento fs =0,05, U = 0,80 W/m2K (original).

Imagen 17. Calificación.



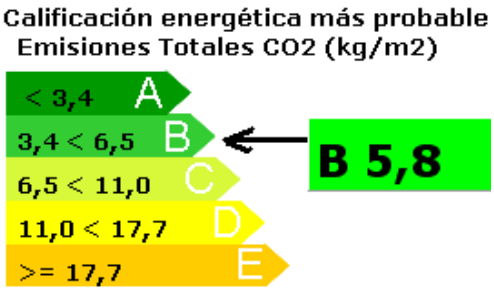
6_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,1-0,2/ 4-6-4 con una transmitancia térmica de U=2,8 W/m2K y un factor solar de 0,76 (original). Persiana de plástico con aislamiento fs =0,05, U = 0,77 W/m2K (modificado).

Imagen 18. Calificación.



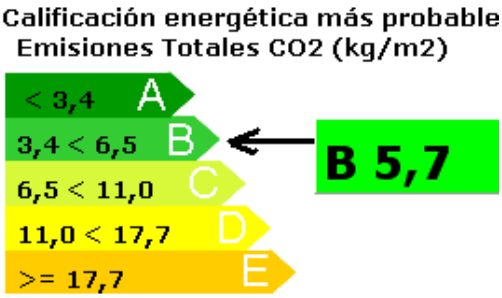
7_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-12-4 con una transmitancia térmica de U=1,8 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico con aislamiento fs =0,05, U = 0,77 W/m2K (modificado).

Imagen 19. Calificación.



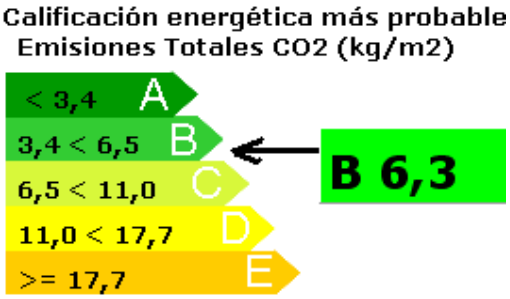
8_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-15-4 con una transmitancia térmica de U=1,6 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico con aislamiento fs =0,05, U = 0,77 W/m2K (modificado).

Imagen 20. Calificación.



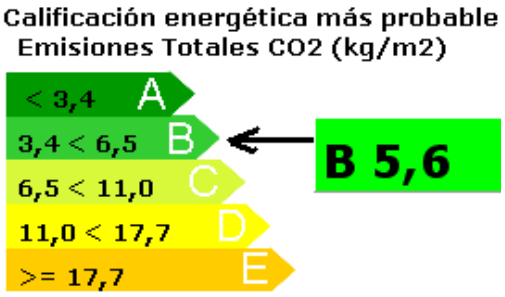
9_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,1-0,2/ 4-6-4 con una transmitancia térmica de U=2,8 W/m2K y un factor solar de 0,76 (original). Persiana de plástico con aislamiento fs =0,05, U = 0,77 W/m2K (modificado).

Imagen 21. Calificación.



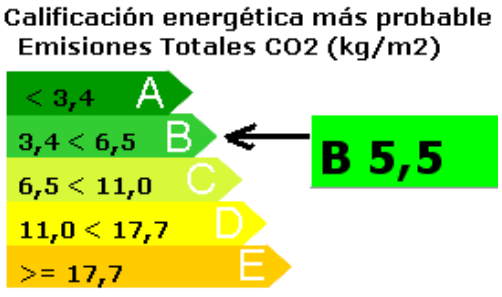
10_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-12-4 con una transmitancia térmica de U=1,8 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico con aislamiento fs =0,05, U = 0,77 W/m2K (modificado).

Imagen 22. Calificación.



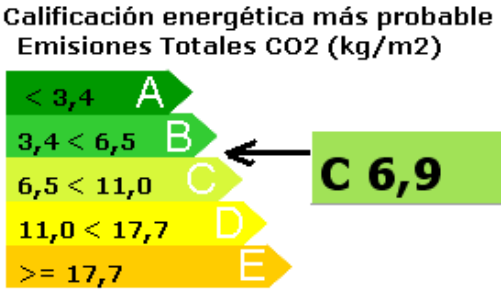
11_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-15-4 con una transmitancia térmica de U=1,6 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana de plástico con aislamiento fs =0,05, U = 0,77 W/m2K (modificado).

Imagen 23. Calificación.



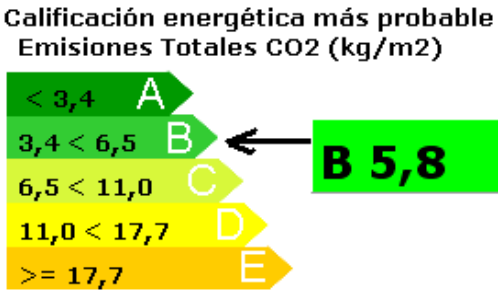
12_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,1-0,2/ 4-6-4 con una transmitancia térmica de U=2,8 W/m2K y un factor solar de 0,76 (original). Persiana mallorquina fs =0,06; U = 0,74 W/m2K (modificado).

Imagen 24. Calificación.



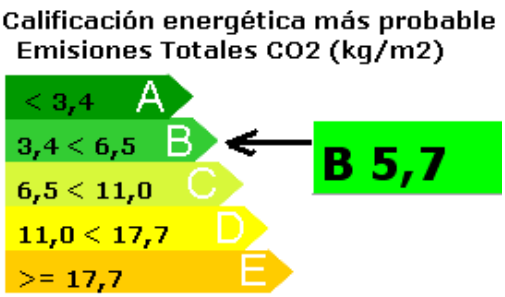
13_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-12-4 con una transmitancia térmica de U=1,8 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana mallorquina fs =0,06, U = 0,74 W/m2K (modificado).

Imagen 25. Calificación.



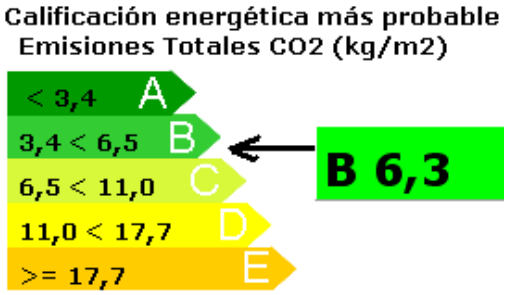
14_ Carpintería metálica con rotura de puente térmico U = 4 W/m2K (original) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-15-4 con una transmitancia térmica de U=1,6 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana mallorquina fs =0,06, U = 0,74 W/m2K (modificado).

Imagen 26. Calificación.



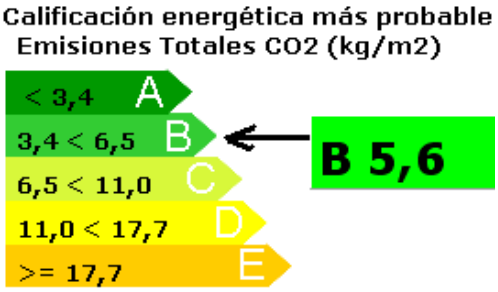
15_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,1-0,2/ 4-6-4 con una transmitancia térmica de U=2,8 W/m2K y un factor solar de 0,76 (original). Persiana mallorquina fs =0,06, U = 0,74 W/m2K (modificado).

Imagen 27. Calificación.



16_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-12-4 con una transmitancia térmica de U=1,8 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana mallorquina fs =0,06, U = 0,74 W/m2K (modificado).

Imagen 28. Calificación.



17_ Carpintería de madera de densidad media U = 2 W/m2K (modificada) y doble acristalamiento bajo emisivo 0,03-0,1/ 4-15-4 con una transmitancia térmica de U=1,6 W/m2K y un factor solar de 0,62 (modificado). Persiana mallorquina fs =0,06, U = 0,74 W/m2K (modificado).

Imagen 29. Calificación.

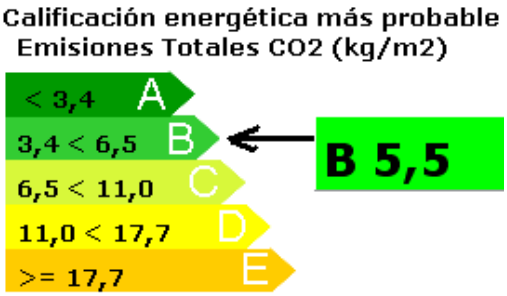


Tabla 34. Resumen propuestas de mejora en huecos.

	CARPINTERIA	VIDRIO	PROTECCIÓN SOLAR	CALIFICACIÓN		MEJORA	Nº
HUECOS	Metálica	4-6-4 0,1-0,2	Persiana de plástico s/a	C	6,9	0	-
			Persiana con aislamiento	C	6,9	0	6
			Persiana mallorquina	C	6,9	0	12
		4-12-4 0,1-0,03	Persiana de plástico s/a	B	5,8	+1,1	1
			Persiana con aislamiento	B	5,8	+1,1	7
			Persiana mallorquina	B	5,8	+1,1	13
		4-15-4 0,1-0,03	Persiana de plástico s/a	B	5,7	+1,2	2
			Persiana con aislamiento	B	5,7	+1,2	8
			Persiana mallorquina	B	5,7	+1,2	14
	Madera	4-6-4 0,1-0,2	Persiana de plástico s/a	B	6,3	+0,6	3
			Persiana con aislamiento	B	6,3	+0,6	9
			Persiana mallorquina	B	6,3	+0,6	15
		4-12-4 0,1-0,03	Persiana de plástico s/a	B	5,6	+1,3	4
			Persiana con aislamiento	B	5,6	+1,3	10
			Persiana mallorquina	B	5,6	+1,3	16
		4-15-4 0,1-0,03	Persiana de plástico s/a	B	5,5	+1,4	5
			Persiana con aislamiento	B	5,5	+1,4	11
			Persiana mallorquina	B	5,5	+1,4	17

Se observa que en las carpinterías metálicas la mejora térmica y mejora de la calificación se produce por el uso de un vidrio con un alto aislamiento térmico 4-15-4. Sin embargo la mejora que existe entre las diferentes protecciones solares es tan pequeña que no modifica la calificación.

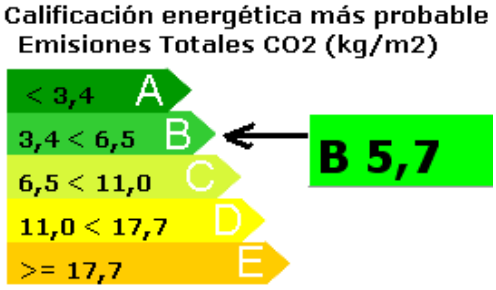
En las carpinterías metálicas se aprecia también que el cambio de protección solar entre persiana sin aislamiento a persiana con aislamiento mejora la calificación, en aquellas que utilizan un vidrio 4-12-4.

Las diferencias de mejora entre la carpintería de madera y la metálica sí que afectan a la calificación, produciéndose mejoras en la de madera.

Continuamos evaluando esta vez la influencia del aislamiento sobre la demanda energética, en función del espesor y de la conductividad térmica.

18_ Aislamiento térmico Lana de Roca de λ = 0,037 W/mK, de espesor 6 cm (modificado).

Imagen 30. Calificación.



19_ Aislamiento térmico Lana de Roca de λ = 0,037 W/mK, de espesor 8 cm (modificado).

Imagen 31. Calificación.

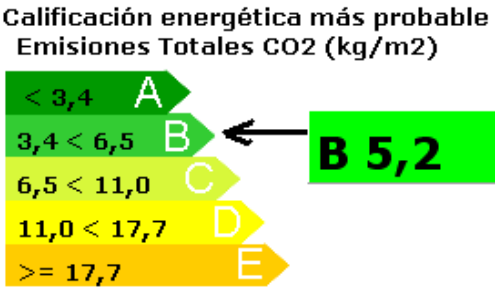


Tabla 35. Resumen de mejoras en el aislamiento.

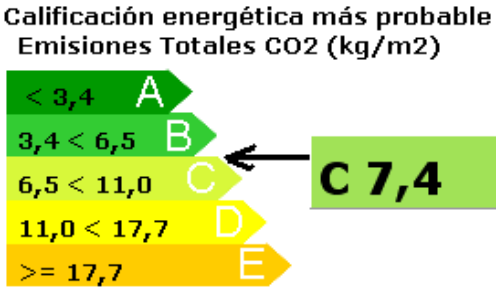
		CONDUCTIVIDAD (W/Mk)	ESPESOR (cm)	CALIFICACIÓN		MEJORA
CERRAMIENTO	AISLAMIENTO	0,05	5	C	6,9	0
		0,037	6	B	5,7	+1,2
			8	B	5,2	+1,7

Para finalizar el estudio sobre la envolvente, se actúa sobre la composición de la fachada reduciendo la superficie de huecos.

20_ Actuar sobre la superficie del mirador.

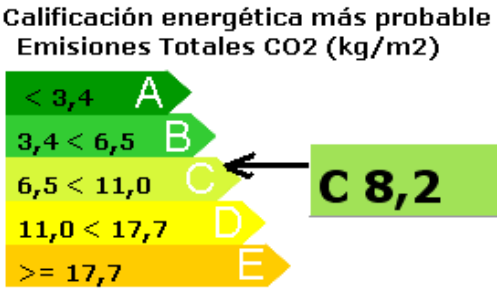
Si reducimos la superficie de mirador de 7,2 m2 a 4,6 m2 el resultado que se obtienes es:

Imagen 32. Calificación.



21_ Actuar sobre la superficie de las ventanas.

Imagen 33. Calificación.



22_ Actuar sobre la superficie del mirador y de las ventanas.

Imagen 34. Calificación.

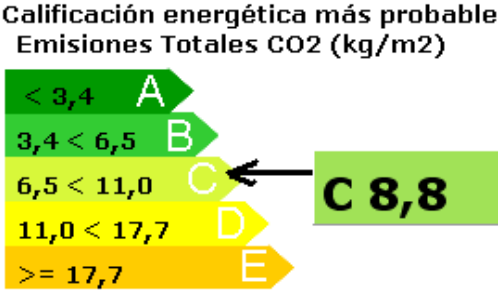


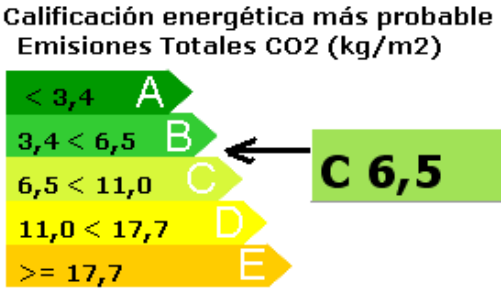
Tabla 36. Resumen de mejoras en la composición de fachada.

COMPOSICION FACHADA	CARPINTERIA	REDUCCIÓN (m2)	CALIFICACIÓN/MEJORA	
	Mirador	4,6	C	-0,5
	Ventanas	11,97	C	-1,3
	Mirador + Ventanas	16,57	C	-1,9

La reducción de superficie acristalada supone un incremento de energía en calefacción, ya que se pierde superficie de ganancias de calor, sin embargo mejora la refrigeración ya que en verano se reduce la entrada de calor.

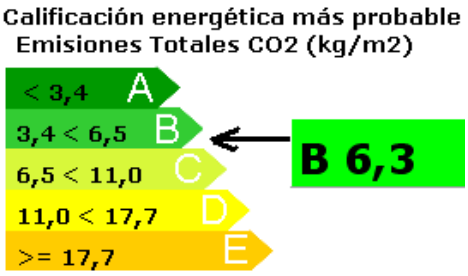
23_El cambio de caldera: caldera de condensación mejorando el rendimiento de 0,85 a 0,95 da un resultado:

Imagen 35. Calificación.



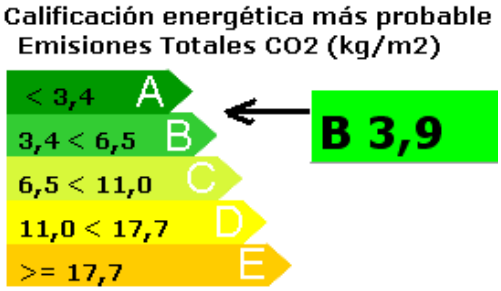
24_La mejora individual de la cubierta y el tejado sustituyendo el aislante XPS de 60 mm por 80 mm por proporciona la siguiente mejora.

Imagen 36. Calificación.



Tras realizar la evaluación económica optamos por realizar las mejoras número 5 y 19 además de la mejora de la caldera nº 23:

Imagen 37. Calificación.

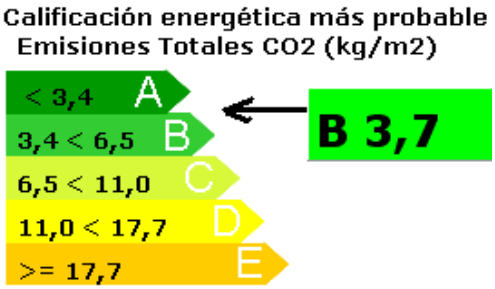


Calefacción____2290,4 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 345,70 €/anuales

Refrigeración_____208,6 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 31,48 €/anuales

Además introduciendo una mejora en las cubiertas con aislamiento de 8 cm (nº 24), se consigue:

Imagen 38. Calificación.

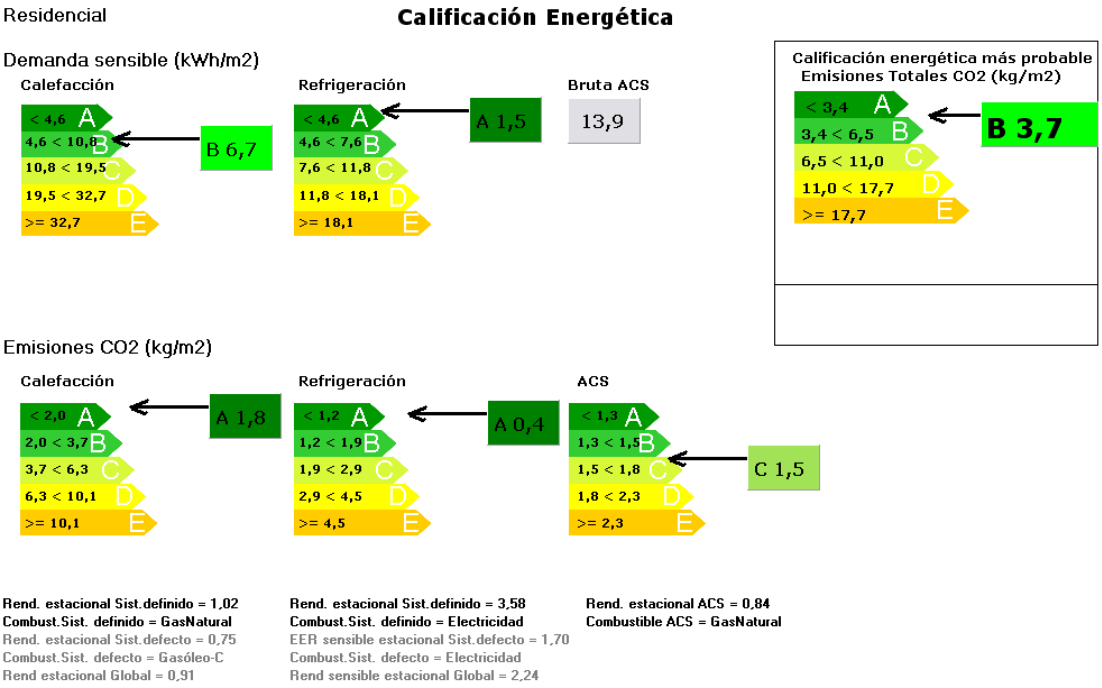


Calefacción____2113,1 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 318,93 €/anuales

Refrigeración___192,7 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 29,08 €/anuales

De este modo el resumen de mejoras sobre los servicios prestados por el edificio son los siguientes:

Imagen 1. Interfaz de los resultados de la calificación. CERMA.



3.5.2. Evaluación de las mejoras

En las tablas siguientes se muestran los cálculos realizados que justifican la toma de decisiones de la mejora.

Se ha analizado el coste económico anual de la demanda de calefacción, refrigeración y el sumatorio de ambas, para cada mejora y se ha comparado con el coste anual del proyecto inicial. En base a este procedimiento se observa si hay un ahorro o no, en energía consumida y por consiguiente en el precio pagado.

A continuación se evalúa el valor económico del elemento proyectado y el valor de la mejora de ese elemento. Es decir, si el proyecto original preveía una carpintería metálica, se cuantifica su valor y se multiplica por la cantidad que se disponga. Del mismo modo para su sustitución, carpintería de madera. Una vez hecho esto se comparan y se comprueba si la sustitución genera un gasto sobre la primera decisión o un ahorro económico.

Y por último se cuantifica la amortización de la mejora dividiendo el ahorro o el gasto económico entre el ahorro de energía producido por la mejora.

Tabla 37. Evaluación económica de las mejoras.

Mejora		Consumo E.F kWh/año	Valor €/kWh	Pago por consumo € /anuales	Gasto Energía Final Proy Inicial € /anuales	MEJORA € /anuales	Precio Proyecto Inicial	Coste de la mejora	Ahorro /Gasto	Amortización
1	Calefacción	4505,7	0,15093	680,05	876,09	196,04	1.785,20 €	2.102,63 €	-317,43 €	1, 6 años
	Refrigeración	241,6		36,46	36,42	-0,05				
	Total	4747,3		716,51	912,51	196,00				
2	Calefacción	4319,7	0,15093	651,97	876,09	224,12	1.785,20 €	2.147,82 €	-362,62 €	1, 6 años
	Refrigeración	241,4		36,43	36,42	-0,01				
	Total	4561,1		688,41	912,51	224,10				
3	Calefacción	5160,7	0,15093	778,90	876,09	97,19	9531,28 €	7796,86 €	1.734,42 €	0
	Refrigeración	240,7		36,33	36,42	0,09				
	Total	5401,4		815,23	912,51	97,28				
4	Calefacción	4313,3	0,15093	651,01	876,09	225,08	11316,48 €	9899,49 €	1.416,99 €	0
	Refrigeración	241		36,37	36,42	0,05				
	Total	4554,3		687,38	912,51	225,13				
5	Calefacción	4126,8	0,15093	622,86	876,09	253,23	11316,48 €	9944,68 €	1.371,80 €	0
	Refrigeración	241,1		36,39	36,42	0,03				
	Total	4367,9		659,25	912,51	253,26				
6	Calefacción	5804,6	0,15093	876,09	876,09	0,00	2.010,96 €	3298,68 €	-1287,72 €	Inviable
	Refrigeración	241,1		36,39	36,42	0,03				
	Total	6045,7		912,48	912,51	0,03				
7	Calefacción	4505,7	0,15093	680,05	876,09	196,04	3796,16 €	5401,31 €	-1605,15 €	8 años
	Refrigeración	241,5		36,45	36,42	-0,03				
	Total	4747,2		716,49	912,51	196,02				
8	Calefacción	4319,7	0,15093	651,97	876,09	224,12	3796,16 €	5446,5 €	-1650,34 €	7 años
	Refrigeración	241,2		36,40	36,42	0,02				
	Total	4560,9		688,38	912,51	224,13				
9	Calefacción	5160,7	0,15093	778,90	876,09	97,19	11542,24 €	11095,54 €	446,7 €	0
	Refrigeración	241,2		36,40	36,42	0,02				
	Total	5401,9		815,31	912,51	97,20				
10	Calefacción	4313,3	0,15093	651,01	876,09	225,08	13327,44 €	13198,17 €	129,27 €	0
	Refrigeración	240,9		36,36	36,42	0,06				
	Total	4554,2		687,37	912,51	225,14				

Mejora		Consumo E.F kWh/año	Valor €/kWh	Pago por consumo € /anuales	Gasto Energía Final Proy Inicial € /anuales	MEJORA € /anuales	Precio Proyecto Inicial	Coste de la mejora	Ahorro /Gasto	Amortización
11	Calefacción	4126,8	0,15093	622,86	876,09	253,23	13327,44 €	13243,36 €	84,08 €	0
	Refrigeración	241,3		36,42	36,42	0,00				
	Total	4368,1		659,28	912,51	253,23				
12	Calefacción	5804,7	0,15093	876,10	876,09	-0,01	2010,96 €	5076,3 €	-3065,34 €	Inviable
	Refrigeración	240,9		36,36	36,42	0,06				
	Total	6045,6		912,46	912,51	0,05				
13	Calefacción	4505,7	0,15093	680,05	876,09	196,04	3796,16 €	7178,93 €	-3382,77 €	17 años
	Refrigeración	241,3		36,42	36,42	0,00				
	Total	4747		716,46	912,51	196,05				
14	Calefacción	4319,7	0,15093	651,97	876,09	224,12	3796,16 €	7224,12 €	-3427,96 €	15 años
	Refrigeración	241,4		36,43	36,42	-0,01				
	Total	4561,1		688,41	912,51	224,10				
15	Calefacción	5160,7	0,15093	778,90	876,09	97,19	11542,24 €	12873,16 €	-1330,92 €	14 años
	Refrigeración	241,3		36,42	36,42	0,00				
	Total	5402		815,32	912,51	97,19				
16	Calefacción	4313,4	0,15093	651,02	876,09	225,07	13327,44 €	14975,79 €	-1648,35 €	7 años
	Refrigeración	241,1		36,39	36,42	0,03				
	Total	4554,5		687,41	912,51	225,10				
17	Calefacción	4126,8	0,15093	622,86	876,09	253,23	13327,44 €	15020,98 €	-1693,54 €	7 años
	Refrigeración	241,8		36,49	36,42	-0,07				
	Total	4368,6		659,35	912,51	253,16				
18	Calefacción	4420,8	0,15093	667,23	876,09	208,86	1764 €	2212 €	-448 €	2 años
	Refrigeración	220,9		33,34	36,42	3,08				
	Total	4641,7		700,57	912,51	211,94				
19	Calefacción	3915	0,15093	590,89	876,09	285,20	1764 €	3332 €	-1568 €	5, 5 años
	Refrigeración	209,4		31,60	36,42	4,82				
	Total	4124,4		622,50	912,51	290,01				
20	Calefacción	6408,6	0,15093	967,25	876,09	-91,16	-	-	-	-
	Refrigeración	237,3		35,82	36,42	0,60				
	Total	6645,9		1003,07	912,51	-90,56				

Mejora		Consumo E.F kWh/año	Valor €/kWh	Pago por consumo € /anuales	Gasto Energía Final Proy Inicial € /anuales	MEJORA € /anuales	Precio Proyecto Inicial	Coste de la mejora	Ahorro /Gasto	Amortización
21	Calefacción	7363,9	0,15093	1111,43	876,09	-235,34	-	-	-	-
	Refrigeración	235,2		35,50	36,42	0,92				
	Total	7599,1		1146,93	912,51	-234,42				
22	Calefacción	8143,3	0,15093	1229,07	876,09	-352,98	-	-	-	-
	Refrigeración	231,2		34,90	36,42	1,52				
	Total	8374,5		1263,96	912,51	-351,45				
23	Calefacción	5321,3	0,15093	803,14	876,09	72,95	2388,22 €	2572,71€	-184,49 €	2, 5 años
	Refrigeración	241,1		36,39	36,42	0,03				
	Total	5562,4		839,53	912,51	72,98				

CUBIERTA

Mejora		Consumo E.F kWh/año	Valor €/kWh	Pago por consumo € /anuales	Gasto Energía Final Proy Inicial € /anuales	MEJORA € /anuales	Precio Proyecto Inicial	Coste de la mejora	Ahorro /Gasto	Amortización
24	Calefacción	5093,1	0,15093	768,70	876,09	107,39	2040 €	2641 €	-601 €	5,5 años
	Refrigeración	226,2		34,14	36,42	2,28				
	Total	5319,3		802,84	912,51	109,67				

Realizando la sustitución de la carpintería metálica por la de madera, el vidrio bajo emisivo de clase 0,1-0,2 4-6-4 por el vidrio bajo emisivo 4-15-4 de clase 0,1-0,03, colocando aislamiento térmico de 80 mm en fachadas, cerramientos de la envolvente, cubiertas y tejado, además de sustituir la caldera convencional por una de condensación, se consiguen los siguientes beneficios:

Gasto en el Proyecto Mejorado respecto el Proyecto Inicial:

En la mejora nº 5 (modificación de carpinterías y vidrios), tenemos un ahorro económico de 1.371,80 euros respecto del proyecto original.

La mejora de colocación de aislamiento térmico de lana de roca de 80mm en todos los cerramientos de la envolvente supone una inversión de 1568 €

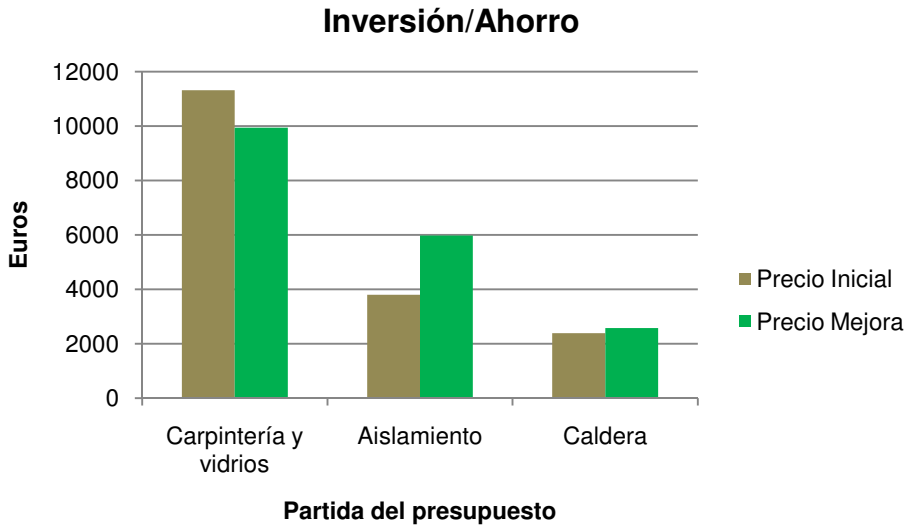
La mejora de colocación de aislamiento térmico XPS de 80 mm en todas las azoteas y en el tejado supone 601 € de inversión.

La caldera de condensación es 184,49 € más cara que la caldera normal

El gasto a realizar en mejoras, teniendo en cuenta el ahorro de la mejora nº 5, es:

1568 € + 601 € + 184,49 € - 1.371,80 = 981,69 €

Gráfica 1. Evaluación de la inversión o el ahorro por partidas.



Mejora de la demanda energética:

Proyecto Inicial:

Calefacción____ 5804,6 kWh/año

Refrigeración___241,3 kWh/año

Total_____ 6045,9 kWh/año

Proyecto mejorado:

Calefacción____2113,1 kWh/año

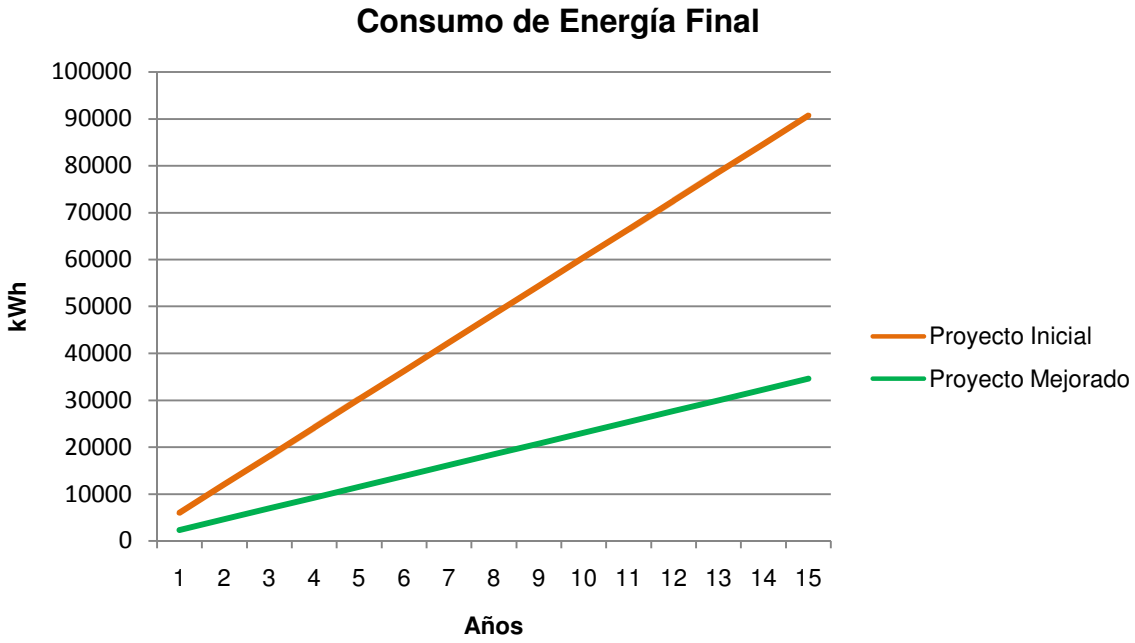
Refrigeración___192,7 kWh/año

Total_____ 2305,8 kWh/año

Ahorro anual de 3740,1 kWh

Se realiza una mejora de la demanda energética del 60 %

Gráfica 2. Consumo de Energía Final del edificio a lo largo de 15 años.



Mejora económica:

El ahorro anual del conjunto del edificio será de:

Proyecto inicial:

Total____ 6045,9 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 912,51 € /anuales

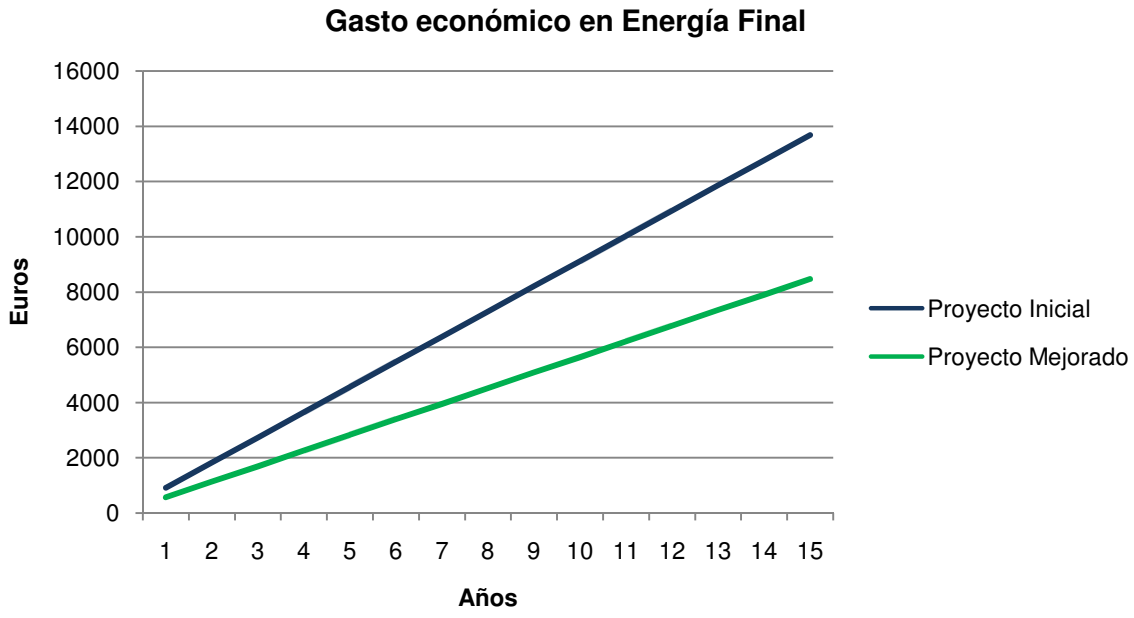
Proyecto mejorado:

Total____2305,8 kWh/año x 0,15093 €/kWh = 564,5 €/anuales

El ahorro es de 326, 89 €/anuales

Se realiza un ahorro del 60 %

Gráfica 3. Coste de la Energía Final del Edificio a lo largo de 15 años.

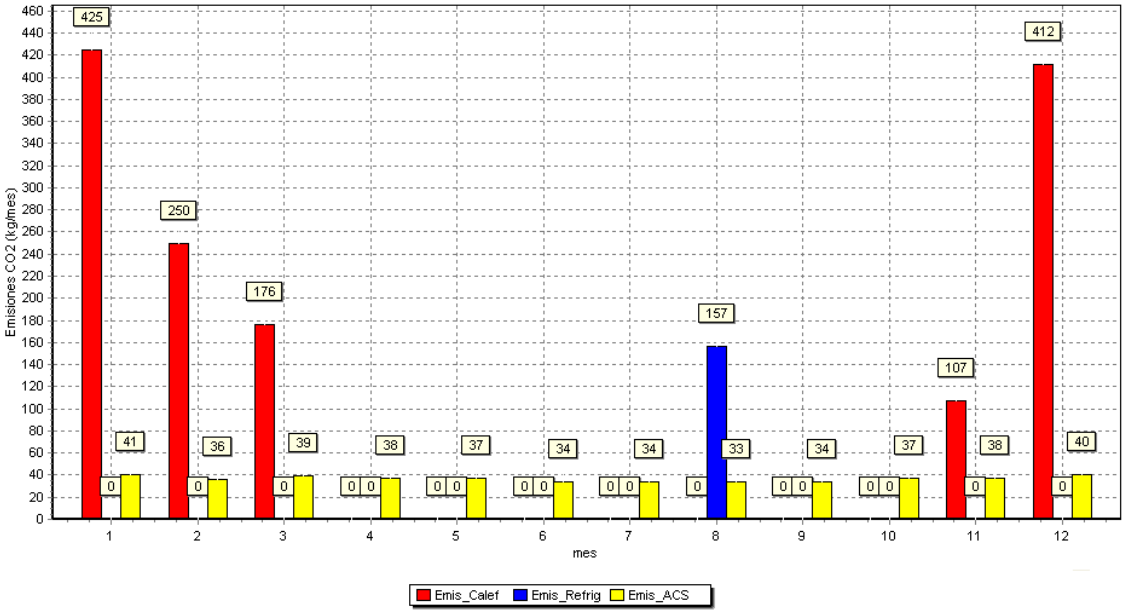


Se supone un precio fijo de 0,15093 €/kWh, precio de la electricidad establecido para el año 2013. El precio de la energía final se incrementará anualmente.

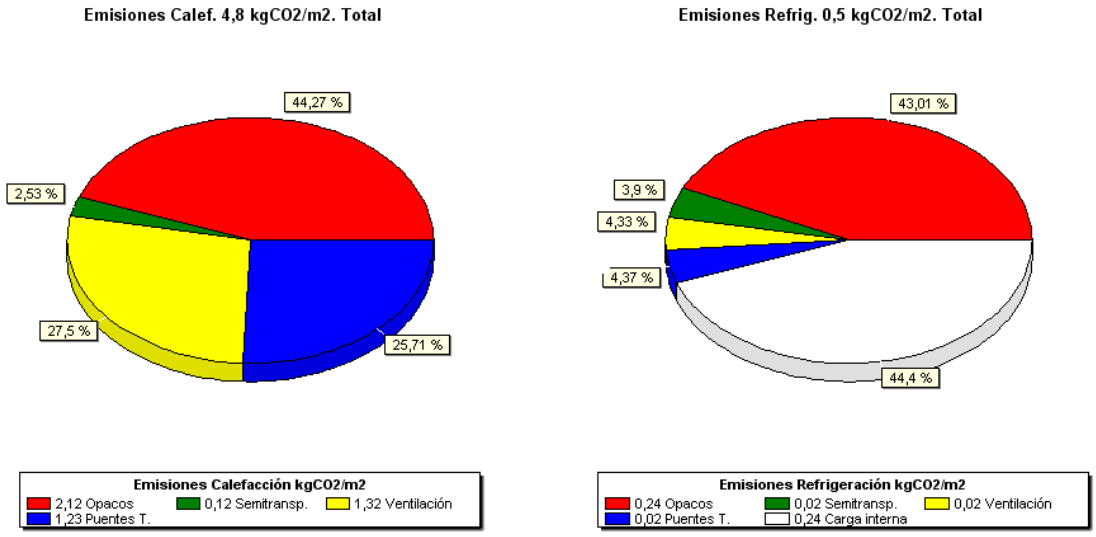
Mejora medioambiental:

Proyecto inicial: 1967,1 kgCO2/año 6,9 kgCO2/m2 año

Gráfica 4. Emisiones de CO2 mensuales por instalaciones.

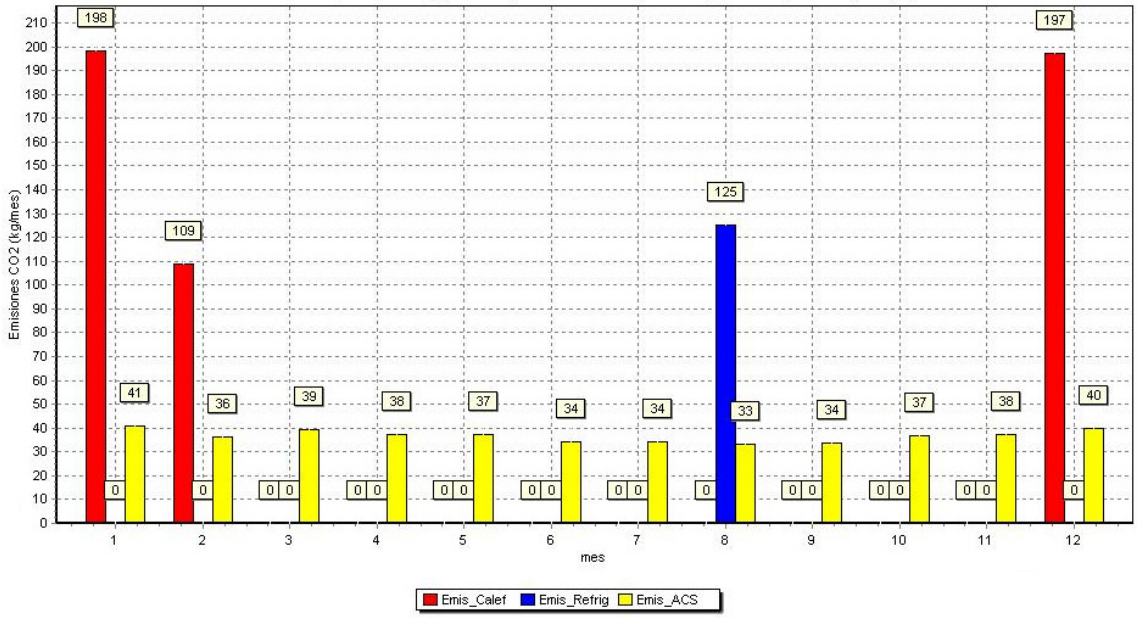


Gráfica 5. Porcentajes de Emisiones de CO2 por superficies.

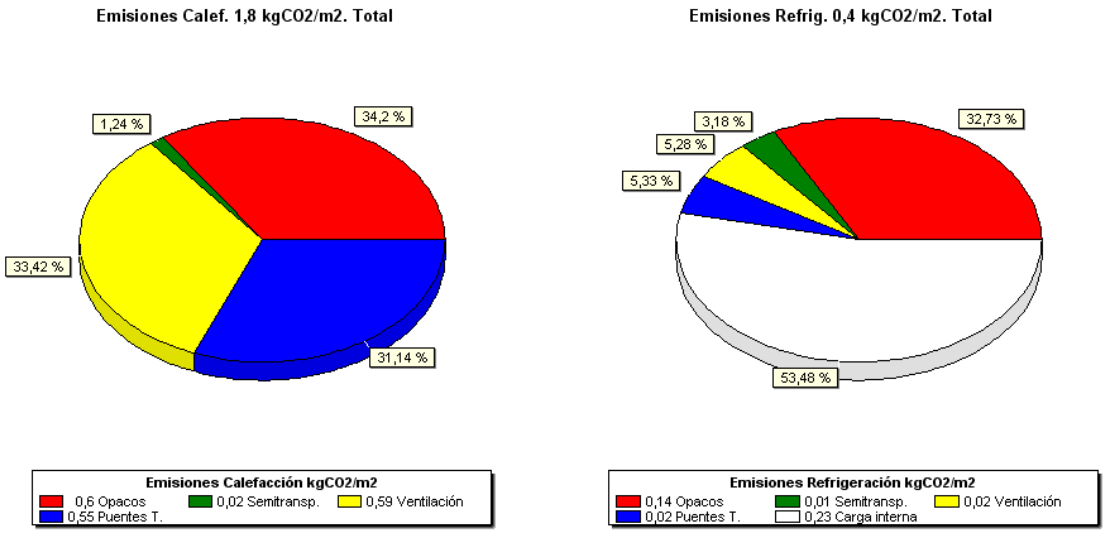


Proyecto mejorado: 1070, 8 kgCO2/año 3,7 kgCO2/m2 año

Gráfica 6. Emisiones de CO2 mensuales por instalaciones.



Gráfica 7. Porcentajes de Emisiones de CO2 por superficies.

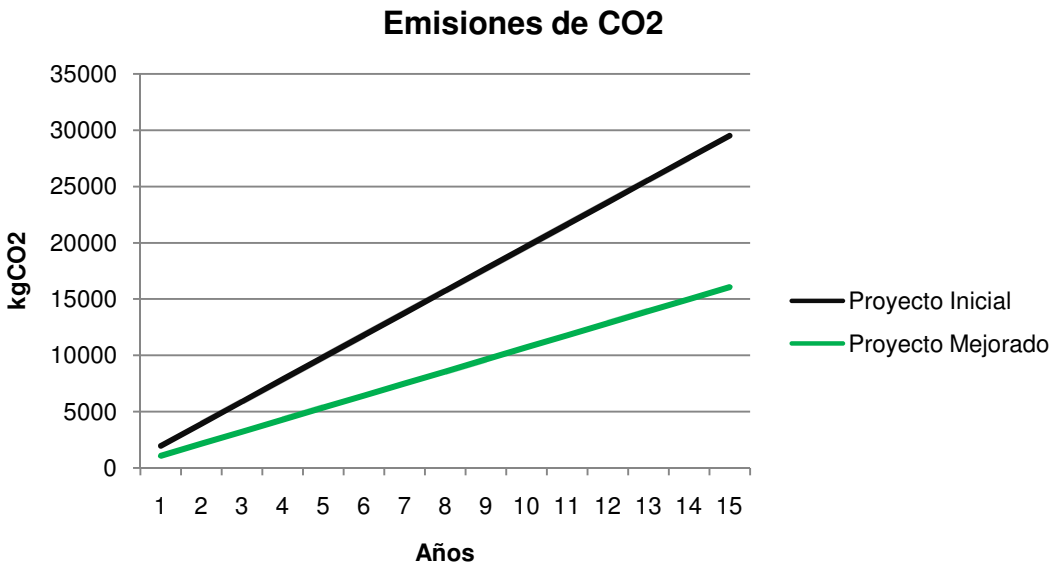


Reducción de las emisiones de CO2: 896,3 kgCO2/año

Reducción de las emisiones en un 45 %

Gráfica de emisiones de CO2 a lo largo de 15 años:

Gráfica 8. Evolución de las emisiones en 15 años.



Repercusión de la mejora precio final de la vivienda:

En este caso no se trata de la amortización de una reforma, puesto que es la mejora de un edificio en fase de proyecto. Así que el gasto de la mejora se reparte entre las diferentes viviendas:

Vivienda 1: 56,70 m2 _____ 300 € más sobre el precio final de la vivienda.

Vivienda 2: 56,70 m2 _____ 300 € más sobre el precio final de la vivienda.

Vivienda 3: 72,50 m2 _____ 383 € más sobre el precio final de la vivienda.

Total 185,9 m2 _____981,69 €

1 m2 de vivienda incrementará su precio de venta en 5 €

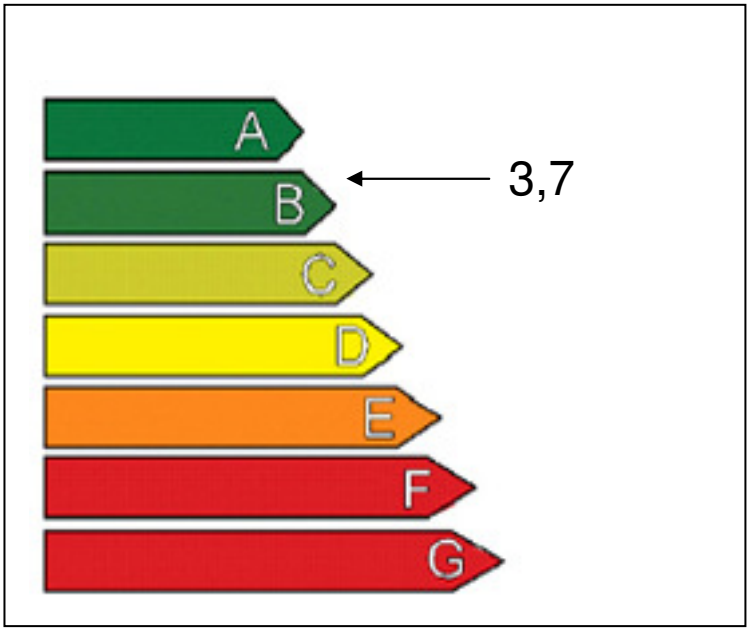
3.5.3. Etiqueta Energética

La entrada en vigor del RD 235/2013 de Certificación energética, obliga a partir del 1 de julio de 2013 a todos los edificios de nueva planta a disponer de un certificado energético, para mostrar a los usuarios y para registrar en el Registro general de documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Así la etiqueta energética que mostrará de un modo gráfico a los usuarios los resultados de las mejoras realizadas, a los usuarios, será la siguiente:

CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

■ PROYECTO ☐ EDIFICIO TERMINADO FECHA DE VALIDEZ



Edificio	
Localidad/Zona climática	Aldaia/ B3
Consumo de Energía Anual	4467,4 kWh/año 15,7 kWh/m2 año
Emisiones CO2 anual	1070,8 kg CO2/año 3,7 kgCO2/año

El consumo de energía del edificio y sus emisores de dióxido de carbono son los obtenidos por el programa CERMA para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación del edificio.

El consumo de energía del edificio y sus emisores de dióxido de carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.

Capítulo 4

Conclusiones

4. CONCLUSIONES

La crisis ecológica y los problemas energéticos provocados en el planeta, ha llevado a los órganos gubernamentales a tomar decisiones normativas aplicadas a los sectores de elevado consumo eléctrico. Entre ellos se encuentra el sector de la edificación, gran consumidor de energía y emisor de gases de efecto invernadero.

La Unión Europea ha desarrollado el marco normativo, que cada país miembro ha traspuesto, en España el **RD 235/2013**. Además ha establecido unos objetivos obligatorios concretos para el sector de la edificación, el **Paquete 20-20-20 Energía y Cambio Climático**, que son: la reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero y un 20% de energías renovables junto a un objetivo indicativo de mejorar la eficiencia energética en un 20%.

En esta línea el estudio del proyecto de 3 viviendas ha perseguido satisfacer éstas normativas **reduciendo las emisiones de CO2** en un **45 %** y la **demanda de energía** entorno al **60 %**, reducciones que han supuesto un incremento de la eficiencia energética del edificio. Medidas justificadas en el certificado energético que se plasma gráficamente en la **etiqueta energética**.

El proyecto inicial del edificio, partía con una **calificación letra C** de **6,9** y con técnicas pasivas: sustitución de carpinterías, vidrios y aislamiento se consigue elevar la calificación a una letra B. La única intervención en sistemas activos ha sido la sustitución de la caldera convencional por una de mayor rendimiento, caldera de baja condensación. La calificación producida por todas las **mejoras** ha sido **letra B** de **3,7**. Es cierto que se podría haber alcanzado la letra A con la instalación de una caldera de biomasa, pero las dimensiones del edificio, hacían inviable esta mejora por falta de espacio para el almacenaje del combustible, pellets.

El procedimiento seguido ha sido el marcado por el Documento Básico de Ahorro de la Energía, **DB-HE 1**, del Código Técnico de la Edificación. Se han definido y cuantificado las características térmicas de los cerramientos de la envolvente térmica. Tras su cumplimiento se han analizado los **requerimientos energéticos** del edificio para las instalaciones de calefacción y refrigeración. Y por último se ha evaluado con el programa informático **CERMA** la calificación energética del proyecto inicial que tras el análisis de diferentes mejoras se ha reducido y justificado de nuevo con el programa.

Con ello se **mejora la demanda energética** del edificio para satisfacer las condiciones de confort en el interior, hecho que reduce la cantidad de producción de energía primaria y cantidad transformada en energía final. **Mejora económica** en el gasto del consumo energético, que repercute directamente en el usuario y se consigue una **mejora** del comportamiento **medioambiental** del edificio que influye en el bienestar de la sociedad y del planeta.

Para finalizar, si el procedimiento de mejora de la demanda energética, realizado en este trabajo, se lleva a cabo tanto en los edificios de nueva planta como en los existentes en nuestro país, en los próximos años se conseguirá influir en los efectos de la crisis ecológica sobre el planeta.

Agradecimientos

Agradecida al tutor por su deseo en todo momento de que aprendamos y el trabajo nos sea útil profesionalmente.

A mis compañeros por compartir sus conocimientos e inquietudes en sus trabajos.

A los profesores de la titulación de *Grado en Arquitectura Técnica* por transmitir sus conocimientos, disciplina de trabajo y pasión por la profesión de Arquitectura Técnica.

Al tiempo en la Universidad Politécnica de Valencia, donde he aprendido mucho más que conocimiento formal.

A mis hermanos en la fe, por su constante apoyo.

A mis padres, por ser ellos.

A Dios por su fortaleza y su mensaje que es más que letra, es vida y se vive:

"*Los muchachos se fatigan y se cansan, los jóvenes flaquean y caen; pero los que esperan a Dios tendrán nuevas fuerzas; levantarán alas como las águilas; correrán, y no se cansarán; caminarán, y no se fatigarán"*

Isaías 40:30-31 (La Biblia)

Bibliografía

Atecyr.(2008). *DTIE 7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP.* Madrid: Atecyr.

Fernández Salgado, J.M. (2011). *Eficiencia energética de los edificios.* Madrid: AMV Ediciones.

Granados Menéndez, H. (2010). *Rehabilitación energética de los edificios.* Madrid: Tornapunta: Fundación Laboral de la Construcción.

Monge Malo, L. (2010). *Instalaciones de energía solar térmica para la obtención de ACS en viviendas*. Barcelona: Marcobombo.

Montaner, J.M., Muxí, Z. y Falagán H. D. (2011). *Herramientas para habitar el presente. La vivienda del siglo XXI.* Barcelona: Máster Laboratorio de la Vivienda del Siglo XXI: Actar.

Rey Martínez, F.J., y Velasco Gómez, E. (2010). *Eficiencia Energética en Edificios. Certificación y Auditorías Energéticas*. Madrid: Paraninfo.

Sanz Alarcón, J.P., García Martínez, P. y Cantellas Soler, M. (2012). *Vivienda colectiva: investigación, crítica y obra*. S.l.: Tres fronteras Universidad Politécnica de Cartagena

Stott, J. (2010). *El discípulo radical. Cap4 el cuidado de la creación.* Buenos Aires: Certeza Unida.

Turégano Romero, J.A., Velasco Callau, M.C. y Martínez Gracia, A. (2011). *Arquitectura bioclimática y urbanismo sostenible. Volumen I.* Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Valiente de Vicente, V. (2013). *Nociones de térmica en arquitectura: 2013: transmitancias según CTE DB HE1: diseño de instalaciones de calefacción.* Ediciones VJ

Zalzaba, I., Díaz, S., Aranda, A. y Barrio, F. (2010). *Eficiencia Energética*. *Metodologías de análisis para la Calificación Energética de Edificios*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Zalzaba Bribián, I., Díaz de Garaio, S., Aranda Usón, A. y Llera Sastresa, E. (2010). *Eficiencia Energética*. *Eficiencia energética en instalaciones y equipamientos de edificios*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

PROYECTO SAGUARO (2005)/ROCKWOOL INTERNACIONAL
http://www.cener.com/documentacion/folleto_saguaro.pdf

SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO DE EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO
http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/

PROBLEMA ENERGÉTICO
http://ephicere.wordpress.com/2012/01/31/el-consumo-energetico-en-el-sector-residencial/ http://www.certificacion-energetica.net/
http://fcirce.es/

AGENCIA PROVINCIAL DE LA ENERGIA DE ALICANTE
www.alicantenergia.es

ISOVER DESCARGAS
http://guiaderecursos.crana.org/es/categorias/aislamiento-exterior

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE ENERGIA
http://www.idae.es

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
http://www.codigotecnico.org

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO
http://www.minetur.gob.es

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGIA
http://www.aemet.es

Anexos

A1_DATOS ECONÓMICOS. Proyecto original.

Carpintería exterior

u. Puerta corredera de 2 hojas 140x220 monoblock.

Puerta balconera corredera compuesta por dos hojas, con capialzado sistema monoblock, guías de persiana y lamas de aluminio incorporadas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garantices su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26 mm, recibida directamente en un hueco de obra de 140x220cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 cm y a menos de 25 cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad del agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,080	h	Oficial 1ª construcción	18,95	20,47
1,080	h	Peón ordinario construcción	17,83	19,26
0,540	h	Oficial 1ª metal	19,18	10,36
1,000	u	Prta crra 2 hj 140x220	625,20	625,20
0,010	m3	Mto cto M-5 man	91,59	0,92
0,020		Costes Directos Complementarios	676,21	13,52
7,200	m	Sell jnt sili c/pist	1,04	7,49
			Total	**697,22 €**
		8 u x 350,24 €/u		**5.577,76 €**

u. Ventana corredera 2 hojas 140x125 fijo inferior 70 (mirador).

Ventana corredera compuesta por 2 hojas con un paño inferior fijo de 70 cm de alto, con capialzado sistema monoblock, guías de persiana y lamas de aluminio incorporadas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26 mm, recibida directamente en un hueco de obra de 140x125cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad del agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,765	h	Oficial 1ª construcción	18,95	14,50
0,765	h	Peón ordinario construcción	17,83	13,64
0,383	h	Oficial 1ª metal	19,18	7,35
1,000	u	Ventana crra 2 hj 140x125 fj inf 70	406,27	406,27
0,010	m3	Mto cto M-5 man	91,59	0,92
0,020		Costes Directos Complementarios	442,68	8,85
5,100	m	Sell jnt sili c/pist	1,04	5,30
			Total	**456,83 €/m2**
2 por mirador. 3 miradores = 6		**6 u x 456,83 €/m2**		**2.740,98 €**

u. Ventana abatible 1 hoja 40x125 fijo inferior 70 (mirador).

Ventana abatible compuesta por 1 hoja con un paño inferior fijo de 70 cm de alto, con capialzado sistema monoblock, guías de persiana y lamas de aluminio incorporadas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 38 mm, recibida directamente en un hueco de obra de 40x125cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad del agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,495	h	Oficial 1ª construcción	18,95	9,38
0,495	h	Peón ordinario construcción	17,83	8,83
0,248	h	Oficial 1ª metal	19,18	4,76
1,000	u	Ventana ab 1hj 45x125 fj inf 70	170,87	170,87
0,010	m3	Mto cto M-5 man	91,59	0,92
0,020		Costes Directos Complementarios	194,76	3,90
3,300	m	Sell jnt sili c/pist	1,04	3,43
			Total	**202,09 €**
		6 u x 202,09 €/u		**1.212,54 €**

Vidrios

m2 Doble acristalamiento 4-6-4 Bajo emisivo 0,1-0,2

Doble acristalamiento formado por un vidrio de baja emisividad (0,1-0,2) de 4 mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 6 mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 4 mm de espesor, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,150	h	Oficial 1ª vidrio	14,83	17,05
1,000	m2	Acris doble 4-6-4 be 0,1-0,2	26,12	26,12
1,000	m2	Repercusión sellado silicona	4,00	4,00
0,030		Costes Directos Complementarios	47,17	1,42
			Total	**48,59 €/m2**
		36,74 m2 x 48,59 €/m2		**1.785,20 €**

Protecciones solares

m2 Persiana enrollable de PVC de color blanco.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Persiana enrollable de PVC	31,50	31,50
			Total	**31,50 €/m2**
		63 m2 x 31,50 €/m2		**2010,96 €**

Aislamiento

u. Panel semirígido de lana de roca de dimensiones 1350x600 de 50mm de espesor.

Cantidad	Ud		Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Mw 5 mm		3,15	3,15
				Total	**3,15 €/u**
453,16 m2			**560 u x 3,15 €/u**		**1764 €**

m2. Panel de Poliestireno extruido XPS de 60 mm de espesor, mecanizado lateral media madera y superficie lisa, con una conductividad térmica 2,35 m2K/w, reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE, para aplicación en cubiertas planas invertidas según norma UNE-EN 13164.

Cantidad	Ud		Descripción	Precio	Importe
1,000	m2	XPS 60mm		20,40	20,40
				Total	**20,40 €/m2**
			100 m2 x 20,40 €/u		**2040 €**

Instalaciones

u. Caldera de gas mural mixta de cámara estanca con marcado CE (calefacción + microacumulación de ACS), con bomba, vaso de expansión y elementos de regulación y control, de dimensiones 480x375x800mm y 23.7 kW de potencia, presostato, termostato, termopar y válvulas de seguridad, sondas, purgador automático, rácor de conexión y demás piezas especiales y accesorios de montaje, homologada, conforme a las especificaciones dispuestas en el RITE y sus instrucciones técnicas, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
8,000	h	Oficial 1ª fontanería	19,18	153,44
8,000	h	Especialista fontanería	18,30	146,40
1,000	u	Cald gas mur cond ACS 24,7kW	1665,92	1665,92
2,000	u	Válvula compuerta Br Φ =1 1/4"	44,34	88,68
1,000	u	Llave de agua Φ = 1/2"	28,40	28,40
1,000	u	Cjto racores conexiones 2 tb Cu	5,70	5,70
1,000	u	Valv reduc pre Φ = 3/8" lat	24,35	24,35
1,000	u	Filtro autlim Φ1” unirosc	71,45	71,45
1,000	u	Cjto cdto humos p/cald mural	134,64	134,64
1,000	u	Puerta registro limpieza 20x20	6,27	6,27
1,000	u	Grifo desagüe Φ = 1/2"	5,68	5,68
1,000	u	Termst amb bimet	10,46	10,46
0,020		Costes Directos Complementarios	2341,39	46,83
			Total	**2.388,22 €/u**

A2_ MEJORAS

Vidrios

m2 Doble acristalamiento 4-12-4 Bajo emisivo 0,03-0,1

Doble acristalamiento formado por un vidrio de baja emisividad (0,03-0,1) de 4 mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 12 mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 4 mm de espesor, con factor solar g=0,52-0,70 y transmitancia térmica 1,8 W/m2K, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,150	h	Oficial 1ª vidrio	14,83	17,05
1,000	m2	Acris doble 4-12-4 be 0,03-0,1	34,51	34,51
1,000	m2	Repercusión sellado silicona	4,00	4,00
0,030		Costes Directos Complementarios	55,56	1,67
			Total	**57,23 €/m2**
		36,74 m2 x 57,23 €/m2		**2.102,63 €**

m2 Doble acristalamiento 4-15-4 Bajo emisivo 0,03-0,1

Doble acristalamiento formado por un vidrio de baja emisividad (0,03-0,1) de 4 mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 15 mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 4 mm de espesor, con factor solar g=0,52-0,70 y transmitancia térmica 1,6 W/m2K, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,150	h	Oficial 1ª vidrio	14,83	17,05
1,000	m2	Acris doble 4-15-4 be 0,03-0,1	35,71	35,71
1,000	m2	Repercusión sellado silicona	4,00	4,00
0,030		Costes Directos Complementarios	56,76	1,70
			Total	**58,46 €/m2**
		36,74 m2 x 58,46 €/m2		**2.147,82 €**

Protecciones solares

m2 Persiana enrollable de PVC de color blanco rellena de poliuretano.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Persiana enrollable de PVC	52,36	52,36
			Total	**52,36 €/m2**
		63 m2 x 52,36 €/m2		**3298,68 €**

u. Persiana mallorquina de madera de dos hojas de 140x220cm, incluso herrajes y colocación.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Persiana de madera 140x220cm	237,67	237,67
1,500	h	Oficial 1ª carpinteria	20,87	31,31
1,500	h	Ayudante carpinteria	18,89	28,34
0,020		Costes Directos Complementarios	297,32	5,95
			Total	**303,27 €/m2**
		8 u x 303,27 €/m2		**2426,16 €**
		6 u x 303,27 €/m2		**1819,62 €**
			Total	**4245,78 €**

u. Persiana mallorquina de madera de dos hojas de 40x190cm, incluso herrajes y colocación.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Persiana de madera 140x220cm	88,00	88,00
1,200	h	Oficial 1ª carpinteria	20,87	25,04
1,200	h	Ayudante carpinteria	18,89	22,67
0,020		Costes Directos Complementarios	135,71	2,71
			Total	**138,42 €/m2**
		6 u x 138,42 €/m2		**830,52 €**

Aislamientos

u. Panel semirígido de lana de roca de dimensiones 1350x600 de 60mm de espesor

Cantidad	Ud		Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Mw 60 mm		3,95	3,95
				Total	**3,95 €/u**
			560 u x 3,95 €/u		**2.212 €**

u. Panel semirígido de lana de roca de dimensiones 1350x600 de 70mm de espesor

Cantidad	Ud		Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Mw 70 mm		4,75	4,75
				Total	**4,75 €/u**
			560 u x 4,75 €/u		**2.660 €**

u. Panel semirígido de lana de roca de dimensiones 1350x600 de 80mm de espesor

Cantidad	Ud		Descripción	Precio	Importe
1,000	u	Mw 80 mm		5,95	5,95
				Total	**5,95 €/u**
			560 u x 5,95 €/u		**3.332 €**

m2. Panel de Poliestireno extruido XPS de 80 mm de espesor, mecanizado lateral media madera y superficie lisa, con una conductividad térmica 2,35 m2K/w, reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE, para aplicación en cubiertas planas invertidas según norma UNE-EN 13164.

Cantidad	Ud		Descripción	Precio	Importe
1,000	m2	XPS 80mm		26,41	26,41
				Total	**26,41 €/m2**
			100 m2 x 26,41 €/u		**2641 €**

Carpintería exterior

u. Ventana abatible 1 hoja 40x125 (mirador).

Ventana abatible compuesta por 1 hoja, con capialzado sistema monoblock, guías de persiana y lamas de aluminio incorporadas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 38 mm, recibida directamente en un hueco de obra de 40x125cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad del agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,495	h	Oficial 1ª construcción	18,95	9,38
0,495	h	Peón ordinario construcción	17,83	8,83
0,248	h	Oficial 1ª metal	19,18	4,76
1,000	u	Ventana ab 1hj 45x125	173,15	173,15
0,010	m3	Mto cto M-5 man	91,59	0,92
0,020		Costes Directos Complementarios	197,04	3,94
3,300	m	Sell jnt sili c/pist	1,04	3,43
			Total	**204,41 €**
2 por mirador. 3 miradores = 6		**6 u x 204,41 €/u**		**1.226,46 €**

u. Ventana corredera 2 hojas 140x125.

ventana corredera compuesta por 2 hojas, con capialzado sistema monoblock, guías de persiana y lamas de aluminio incorporadas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26 mm, recibida directamente en un hueco de obra de 140x125cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad del agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,765	h	Oficial 1ª construcción	20,82	15,93
0,765	h	Peón ordinario construcción	19,89	15,22
0,383	h	Oficial 1ª metal	18,65	7,14
1,000	u	Ventana crra 2 hj 140x125	415,62	415,62
0,010	m3	Mto cto M-5 man	97,36	0,97
0,020		Costes Directos Complementarios	454,88	9,10
5,100	m	Sell jnt sili c/pist	1,09	5,56
			Total	**469,54 €/u**
		8 u x 469,54 €/u		**3.756,32 €/u**
		6 u x 469,54 €/u		**2817,24 €/u**
		14 u x 469,54 €/u		**6.573,56 €/u**

u. Puerta de 2 hojas abatibles de madera de 140x220 cm

Puerta de 2 hojas abatibles de eje vertical de 140x220cm, de madera de pino silvestre, para recibir acristalamiento, incluso cortes, preparación y ensamble de perfiles, fijación y colocación de tornillos, espigas, patillas y herrajes, colocación y limpieza, según NTE/FCM-3, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,620	h	Oficial 2ª construcción	20,65	12,80
0,620	h	Peón ordinario construcción	19,89	12,33
14,100	h	Oficial 1ª carpinteria	20,87	294,27
0,110	m3	Pino silvestre	450,00	49,5
0,040	m3	Mto cto M-2,5 man	92,82	3,71
8,000	u	Bisagra plana bronce 120mm	3,61	28,88
16,800	m	Tpjnt maz p Silvestre 70x10mm	2,24	37,63
1,000	u	Cremona bronce p/vent-prta	10,39	10,39
0,020		Costes Directos Complementarios	251,85	5,04
			Total	**454,55 €/m2**
		8 u x 454,55 €/m2		**3636,4 €**

u. Ventana de 1 hoja abatible de madera con fijo inferior de 70 cm

Ventana de 1 hoja abatible de 40x125cm, de madera de pino silvestre, con fijo inferior de 70 cm, para recibir acristalamiento, incluso cortes, preparación y ensamble de perfiles, fijación y colocación de tornillos, espigas, patillas y herrajes, colocación y limpieza, según NTE/FCM-2, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,520	h	Oficial 2ª construcción	20,65	10,74
0,520	h	Peón ordinario construcción	19,89	10,34
10,100	h	Oficial 1ª carpinteria	20,87	210,78
0,070	m3	Pino silvestre	450,00	31,5
0,040	m3	Mto cto M-2,5 man	92,82	3,71
6,000	u	Bisagra plana bronce 120mm	3,61	21,66
10,800	m	Tpjnt maz p Silvestre 70x10mm	2,24	24,19
1,000	u	Cremona bronce p/vent-prta	10,39	10,39
0,020		Costes Directos Complementarios	251,85	5,04
			Total	**328,35 €/m2**
		6 u x 328,35 €/m2		**1970,1 €**

u. Ventana de 2 hojas abatibles de madera de 140x125 cm

Ventana de 2 hojas abatibles de eje vertical de 140x125cm, de madera de pino silvestre, con fijo inferior de 70 cm, para recibir acristalamiento, incluso cortes, preparación y ensamble de perfiles, fijación y colocación de tornillos, espigas, patillas y herrajes, colocación y limpieza, según NTE/FCM-3, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
0,620	h	Oficial 2ª construcción	20,65	12,80
0,620	h	Peón ordinario construcción	19,89	12,33
11,100	h	Oficial 1ª carpinteria	20,87	231,27
0,090	m3	Pino silvestre	450,00	40,5
0,040	m3	Mto cto M-2,5 man	92,82	3,71
4,000	u	Bisagra plana bronce 120mm	3,61	14,44
10,800	m	Tpjnt maz p Silvestre 70x10mm	2,24	24,19
1,000	u	Cremona bronce p/vent-prta	10,39	20,78
0,020		Costes Directos Complementarios	251,85	5,04
			Total	**365,06 €/m2**
		6 u x 365,06 €/m2		**2190,36 €**

Fachada Caravista

m2 Fachada cara vista con cámara de aire, aislante y acabado placa de yeso.

Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica vista de 1/2 pie de espesor, realizada con ladrillos cerámicos perforados, con enfoscado de mortero CSIV-W2 de 1,5cm de espesor por su cara interior, con cámara de aire de 5 cm de espesor ligeramente ventilada a efectos del DB-HE y sin ventilar a efectos del DB-HS, hoja interior de yeso laminado sobre estructura portante de perfiles de acero galvanizado, laminados, atornillados a suelo y techo, con aislante térmico no hidrófilo incluido a base de lana mineral de 50 mm de espesor, con una conductividad de 0,037 W/mK, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, banda acústica bajo perfiles perimetrales del trasdosado, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según DB-SE-F del CTE, NTE-FFL y NTE-RPE.

Tipo FC02b01N34050, según el Catálogo de elementos constructivos (Documento Reconocido por la Generalitat DRA 02/10). E= 245mm, M=172 kg/m2, U=0,49 W/m2K, según DB HE del CTE. Grado de impermeabilización (G.I.)= 3, según DB HS del CTE. Resistencia al fuego = EI120, según DB SI del CTE.

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
1,000	m2	Fab1 CV LP 24x11,5x5 e11,5	58,68	58,68
1,000	m2	Trasdosado 63/400 (48+15)	22,65	22,65
1,000	m2	MW 0,037 e 50mm interior/sob perfileria	11,39	11,39
1,000	m2	Enfoscado CSIV-W2 rug vert ext	9,92	9,92
1,000	m2	Guarn-enl y YG/L s/maes vert	12,47	12,47
			Total	**115,11 €/m2**
2 por mirador. 3 miradores = 6		**19,64 u x 115,11 €/m2**		**2.260,76 €**

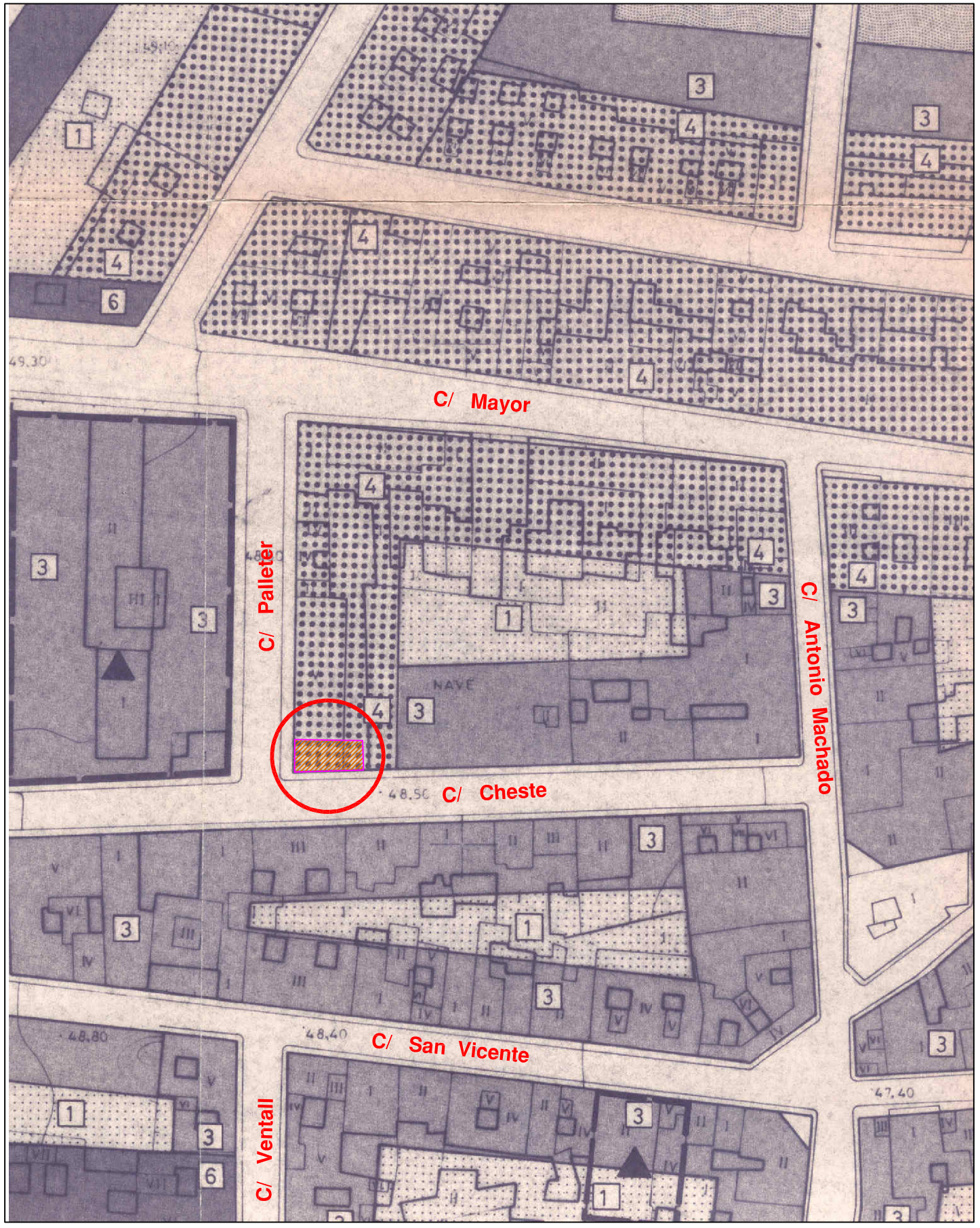
Instalaciones

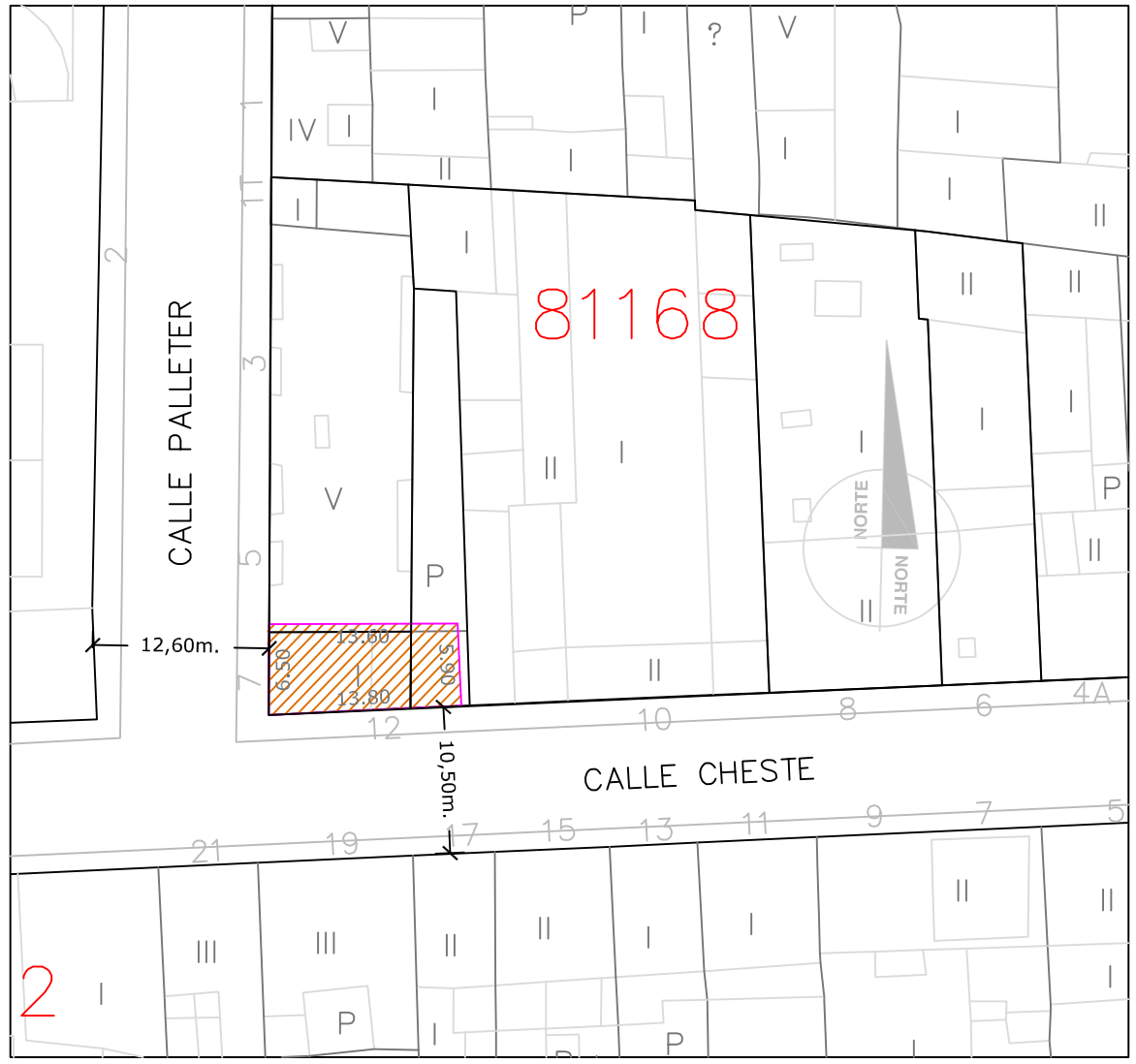
u. Caldera de condensación

Caldera de gas mural de circuito estanco con marcado CE, para calefacción + microacumulación de ACS por condensación y premezcla, con bomba, vaso de expansión y elementos de regulación y control, de dimensiones 480x370x790mm y 24.7kW de potencia, presostato, termostato, termopar y válvula de seguridad, sondas, purgador automático, rácor de conexión y demás piezas especiales y accesorios de montaje, conforme a las especificaciones dispuestas en el RITE y sus instrucciones técnicas, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento

Cantidad	Ud	Descripción	Precio	Importe
6,000	h	Oficial 1ª fontanería	19,18	115,08
6,000	h	Especialista fontanería	18,30	109,80
1,000	u	Cald gas mur cond ACS 24,7kW	2107,00	2107,00
1,000	u	Válvula compuerta Br Φ =1 1/4"	44,34	44,34
1,000	u	Llave de agua Φ = 1/2"	28,40	28,40
1,000	u	Cjto racores conexiones 2 tb Cu	5,70	5,70
1,000	u	Valv reduc pre Φ = 3/8" lat	24,35	24,35
1,000	u	Filtro autlim Φ1” unirosc	71,45	71,45
1,000	u	Grifo desagüe Φ = 1/2"	5,68	5,68
1,000	u	Termst amb bimet	10,46	10,46
0,020		Costes Directos Complementarios	2522,26	50,45
			Total	**2572,71 €/u**

Planos





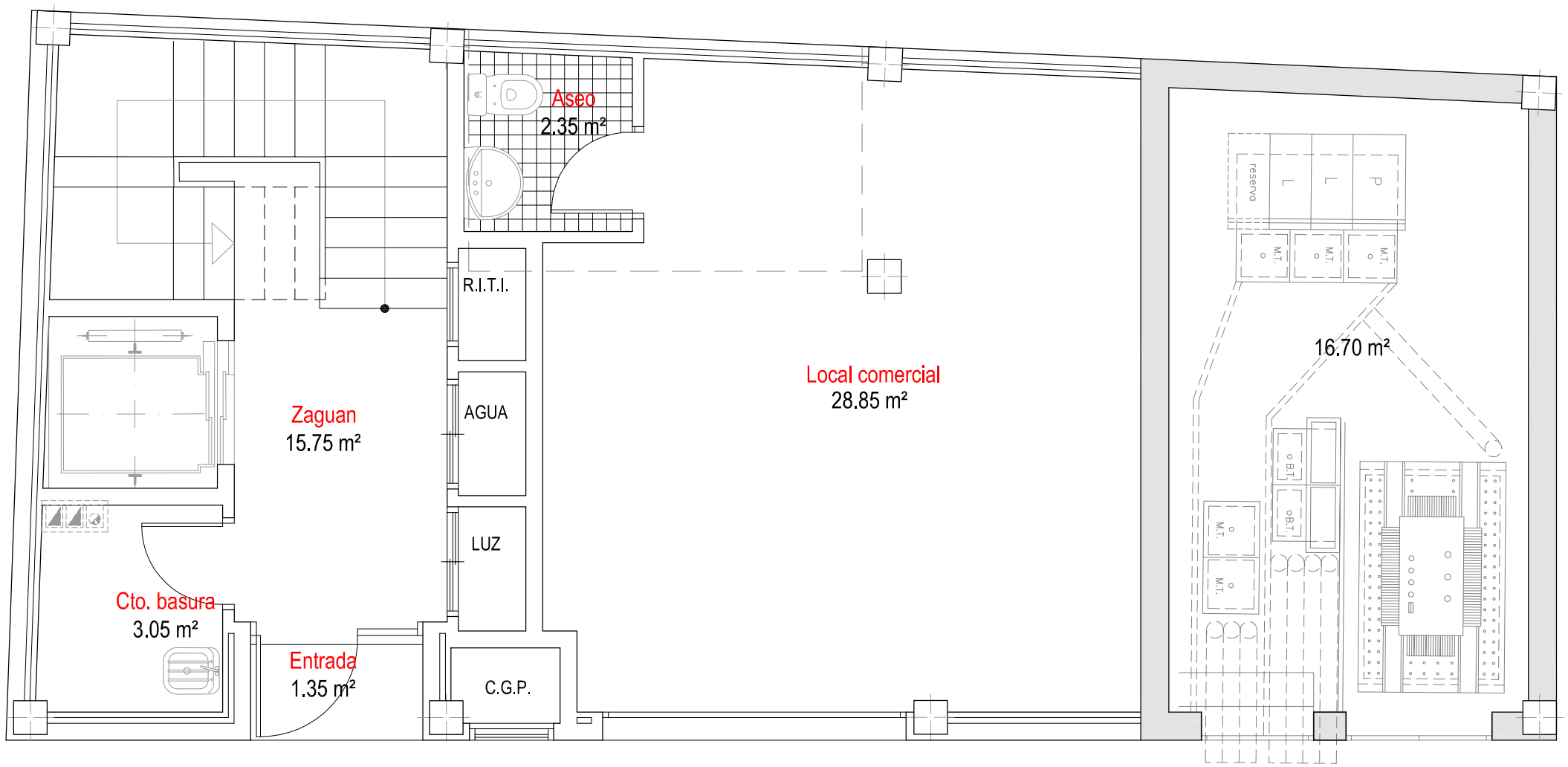
EMPLAZAMIENTO 1:500

0 5 10 30

SITUACIÓN 1:1000

0 5 10 50

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 1	EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 500 1 : 1000	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

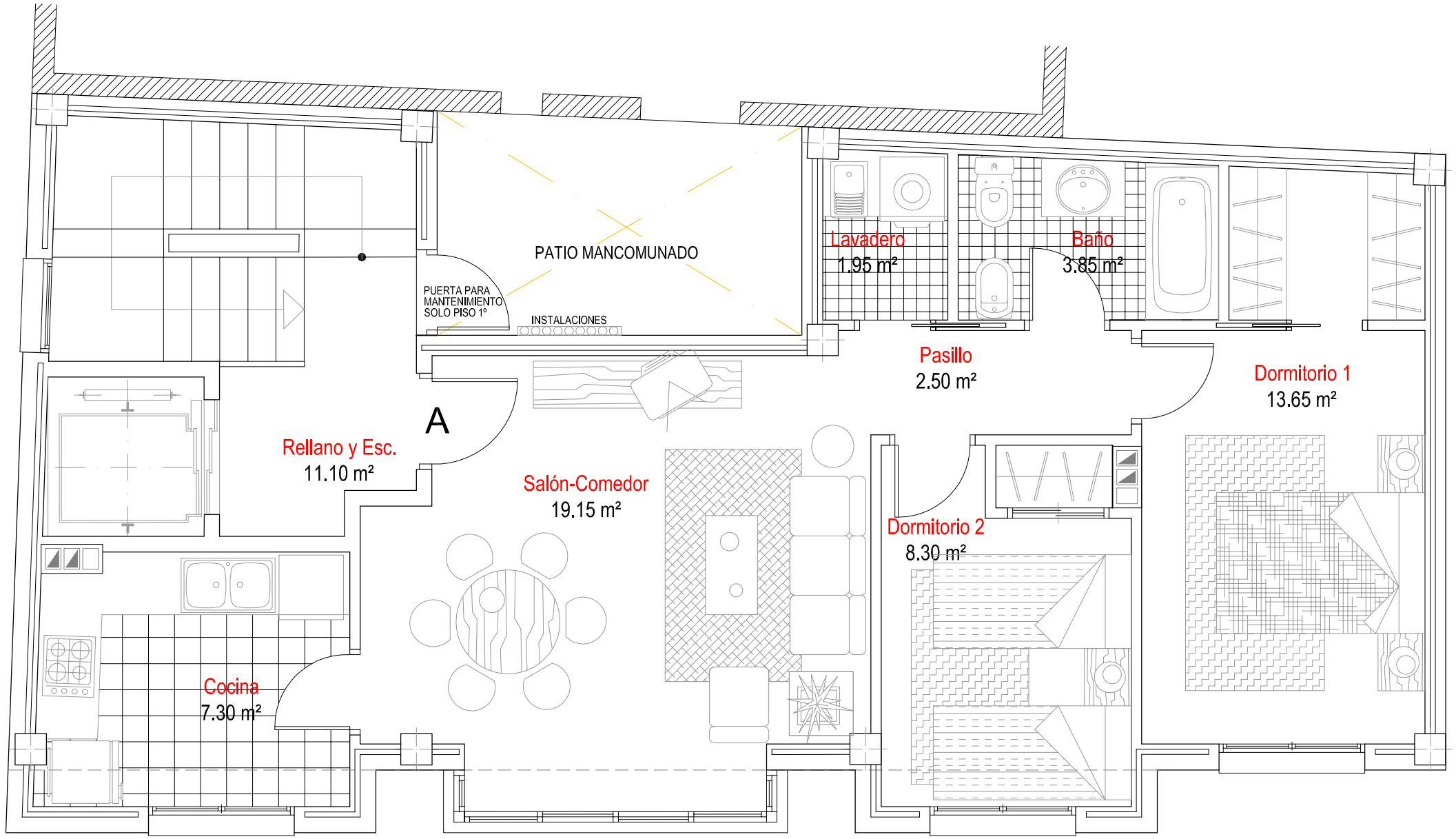


PLANTA BAJA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 2	PLANO DE DISTRIBUCIÓN. PLANTA BAJA	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 50	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

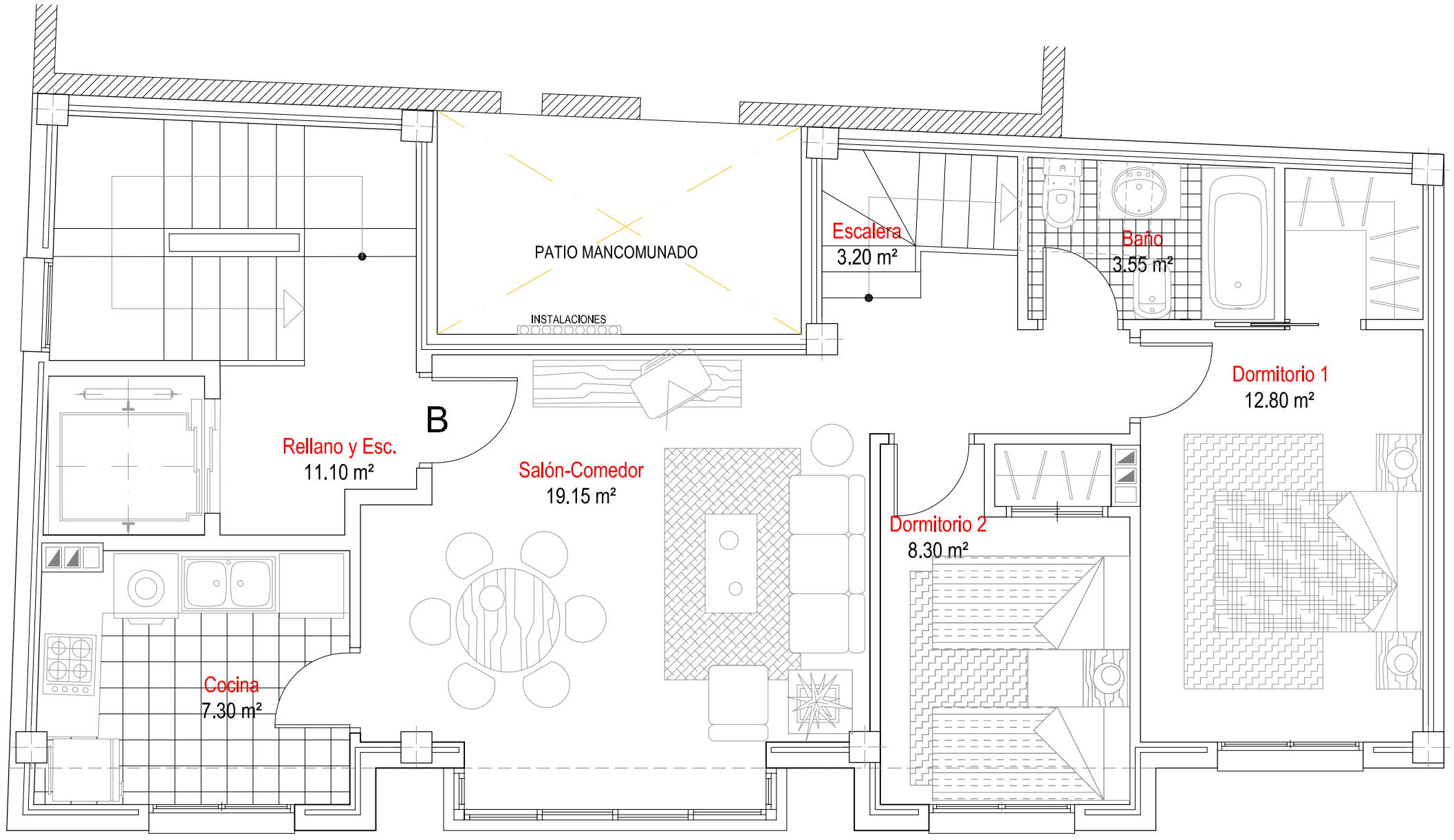


PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 3	PLANO DE DISTRIBUCIÓN. PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 50	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

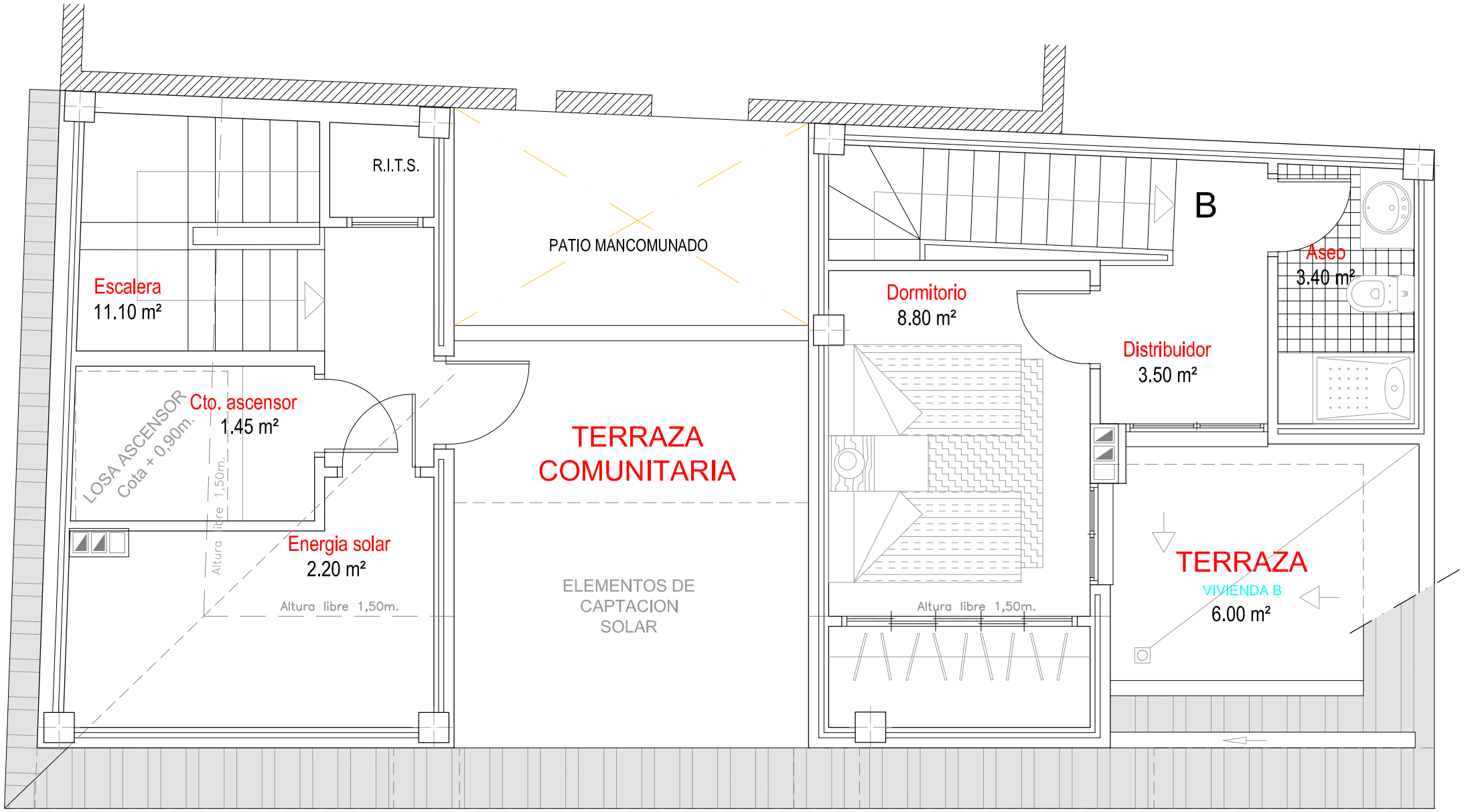


PLANTA TERCERA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 4	**PLANO DE DISTRIBUCIÓN. PLANTA TERCERA**	FECHA: 01/07/13 ESCALA: 1 : 50	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

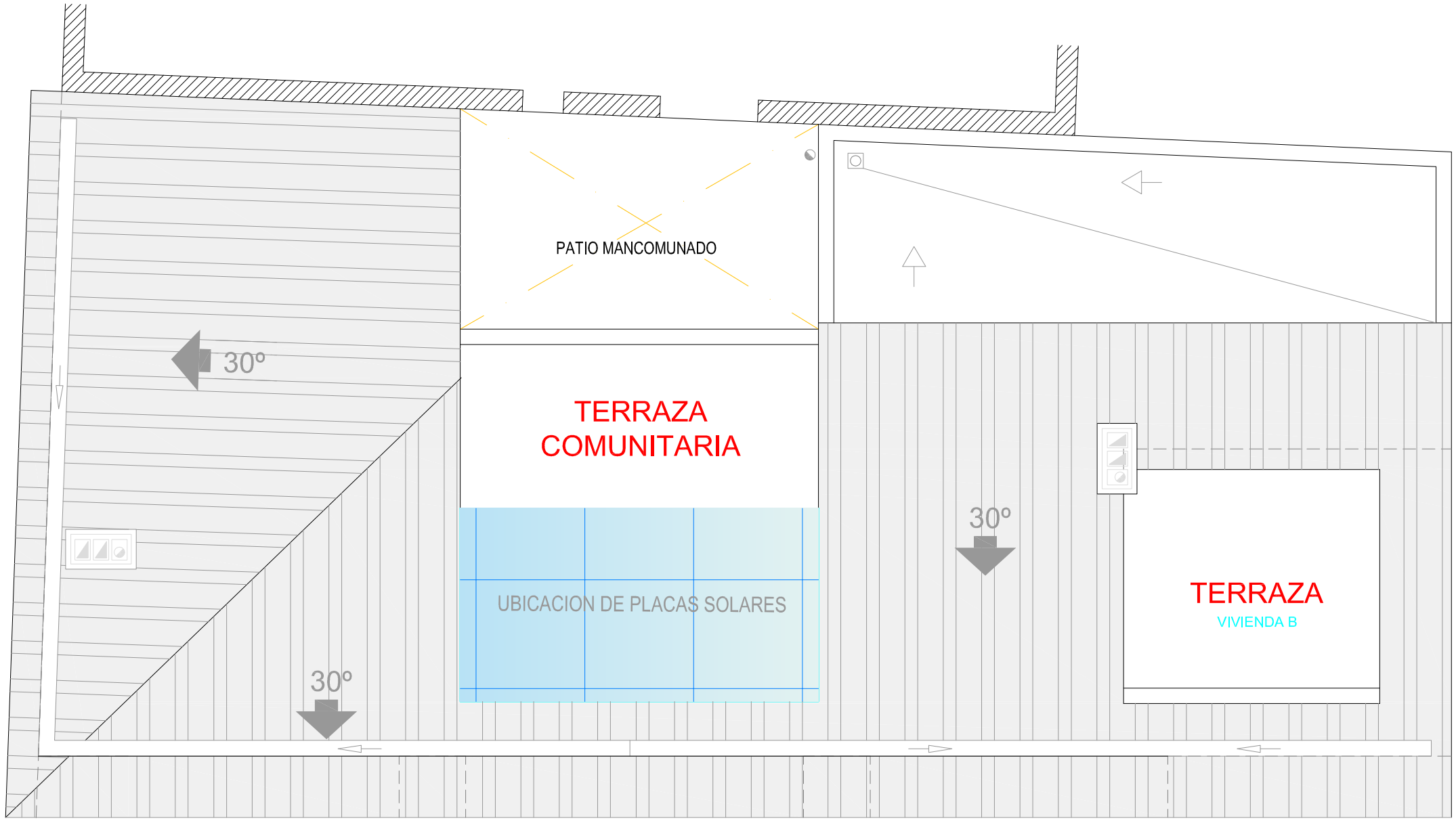


PLANTA BAJO CUBIERTA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 5	PLANO DE DISTRIBUCIÓN. PLANTA BAJO CUBIERTA	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 50	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

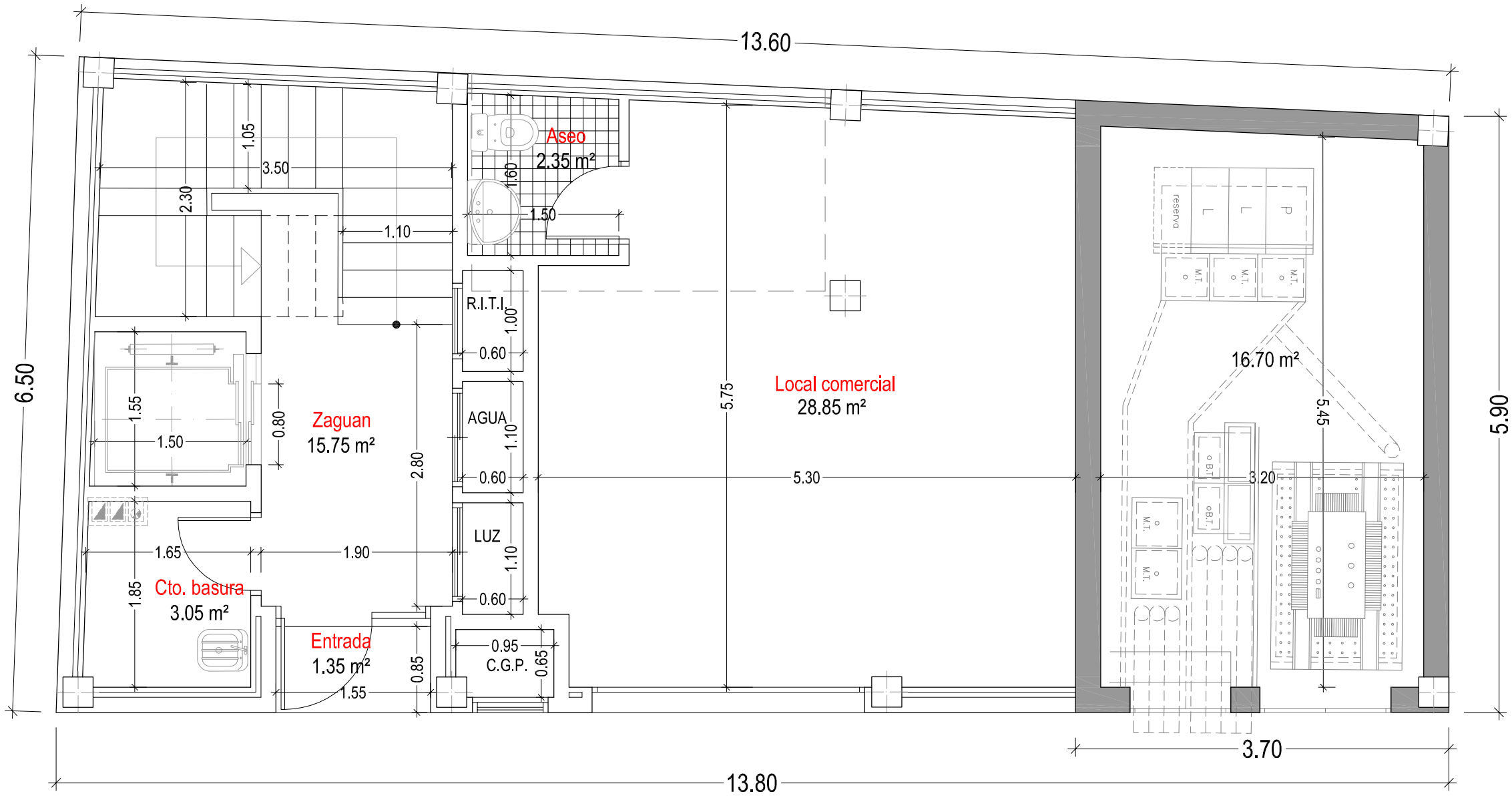


PLANTA CUBIERTA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 6	PLANO DE DISTRIBUCIÓN. PLANTA CUBIERTA	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 50	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

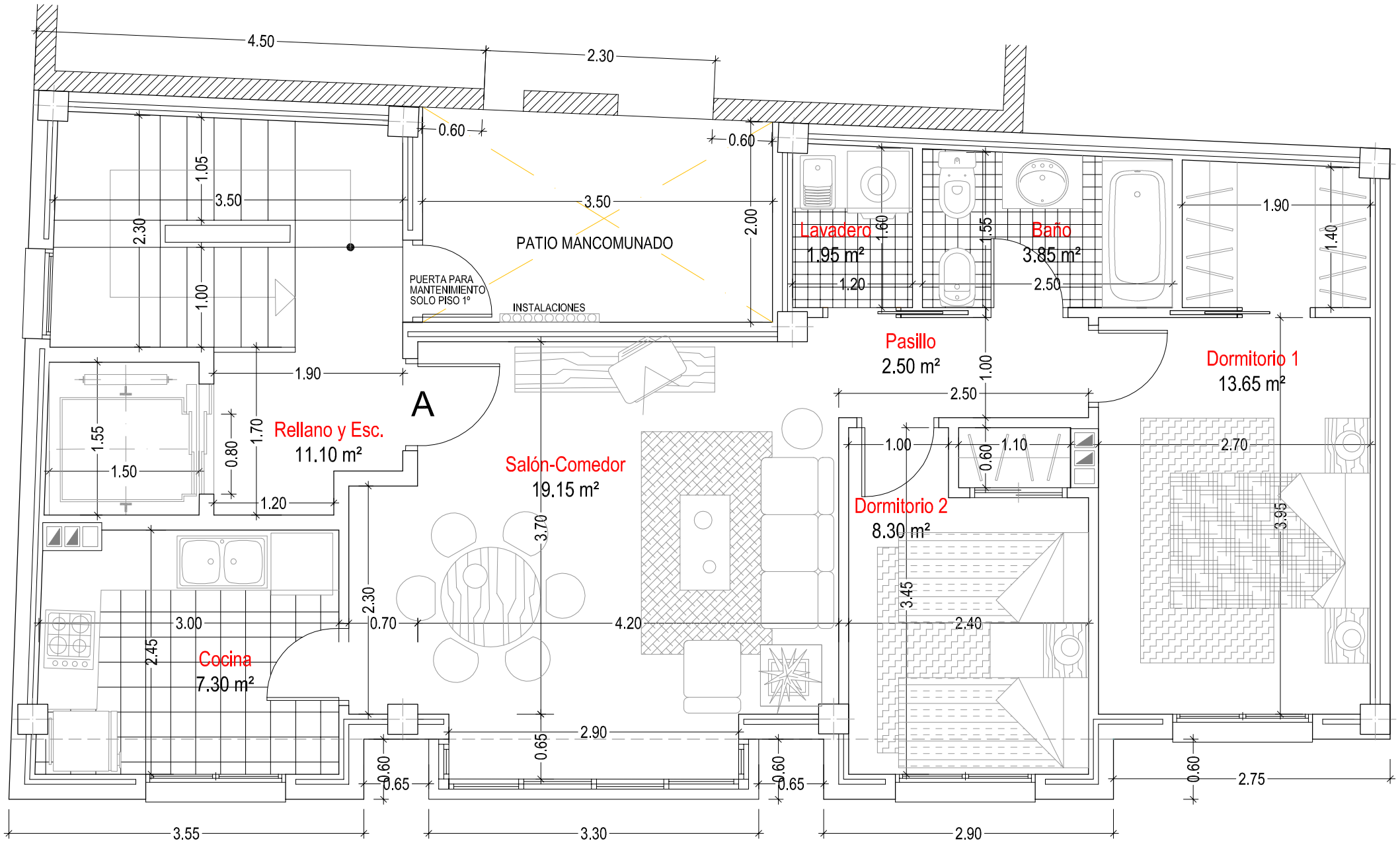


PLANTA BAJA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 7	PLANO DE SUPERFICIES. PLANTA BAJA	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 50	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

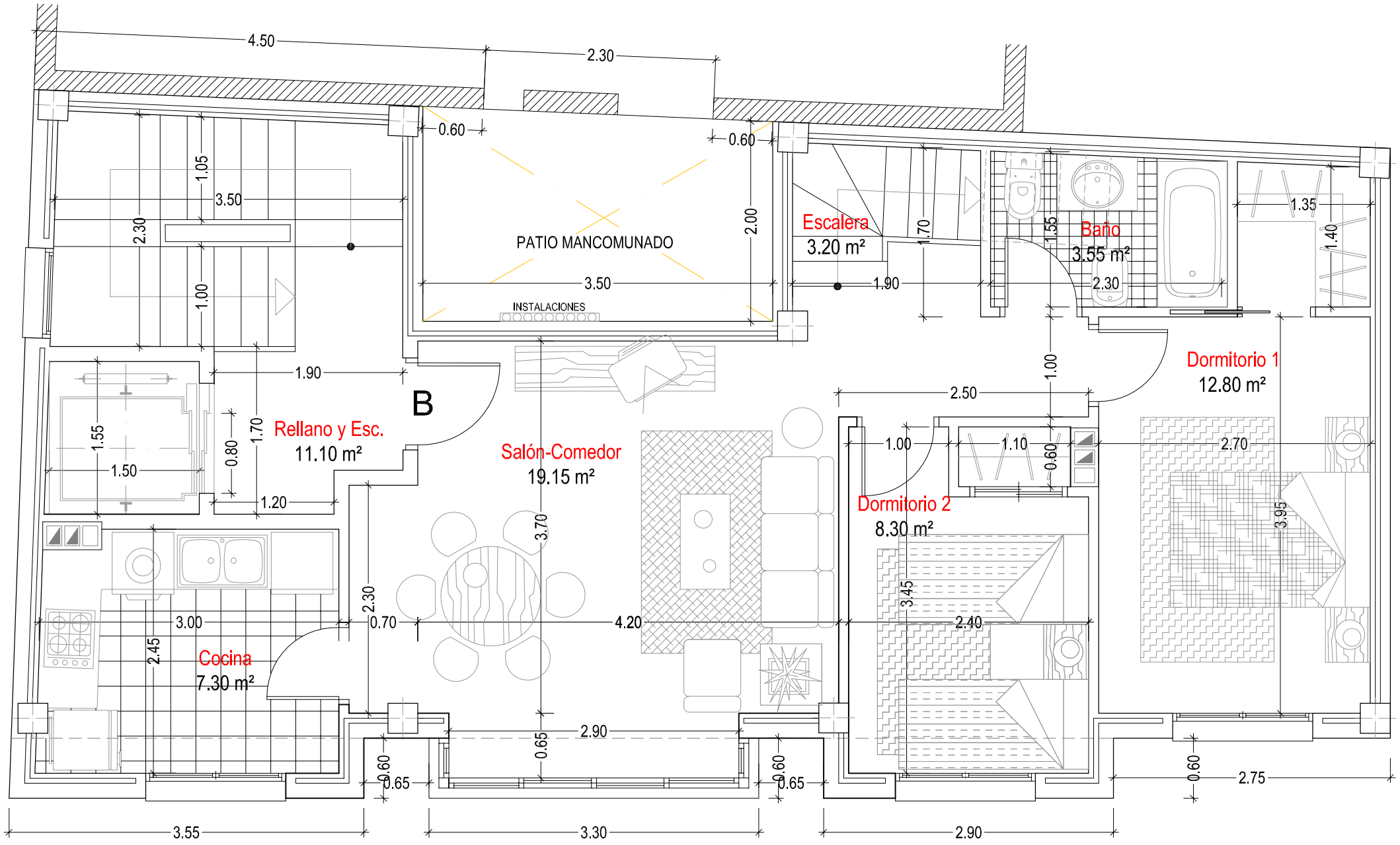


PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 8	**PLANO DE SUPERFICIES. PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA**	FECHA: 01/07/13 ESCALA: 1 : 50	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

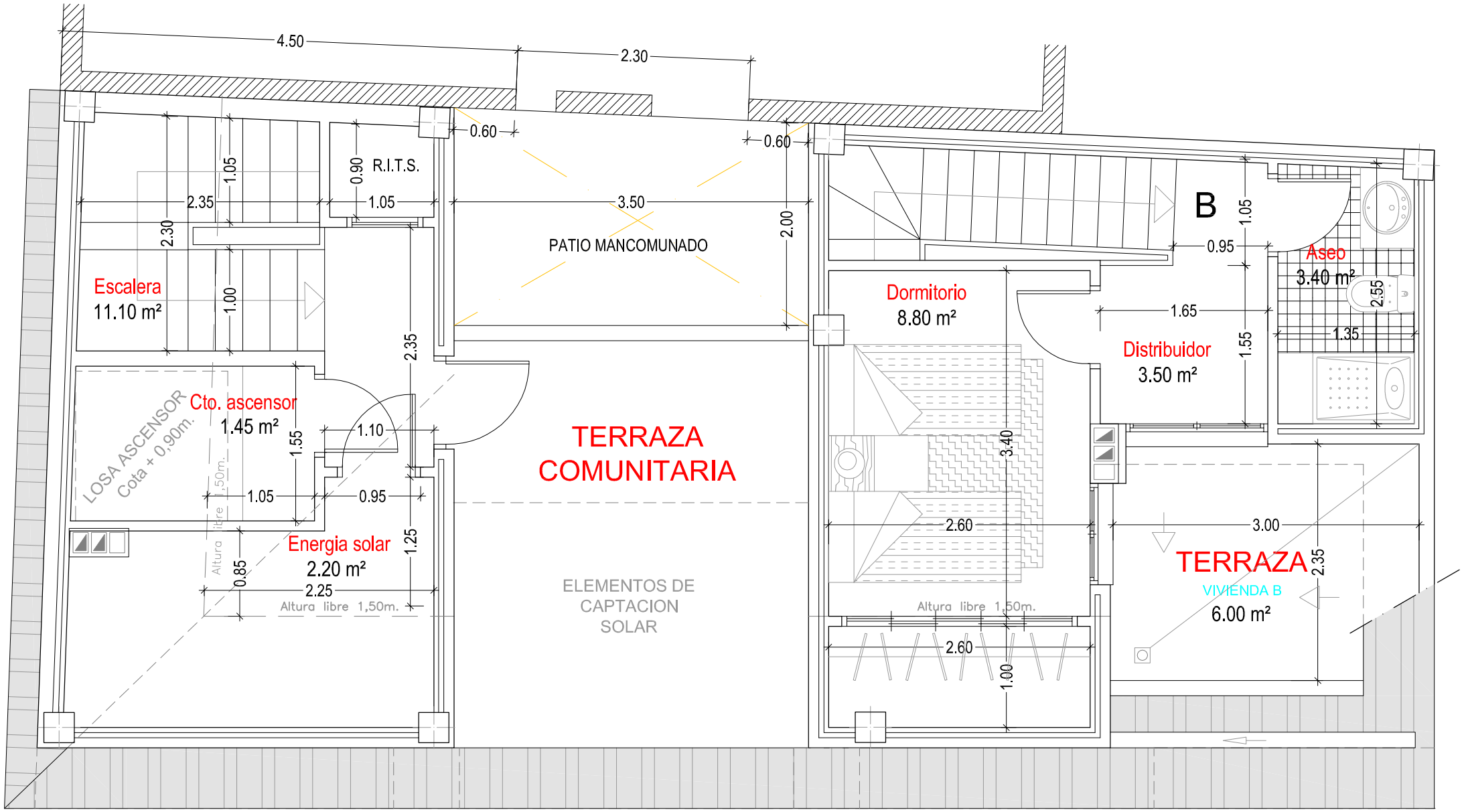


PLANTA TERCERA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 9	**PLANO DE SUPERFICIES. PLANTA TERCERA**	FECHA: 01/07/13 ESCALA: 1 : 50	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

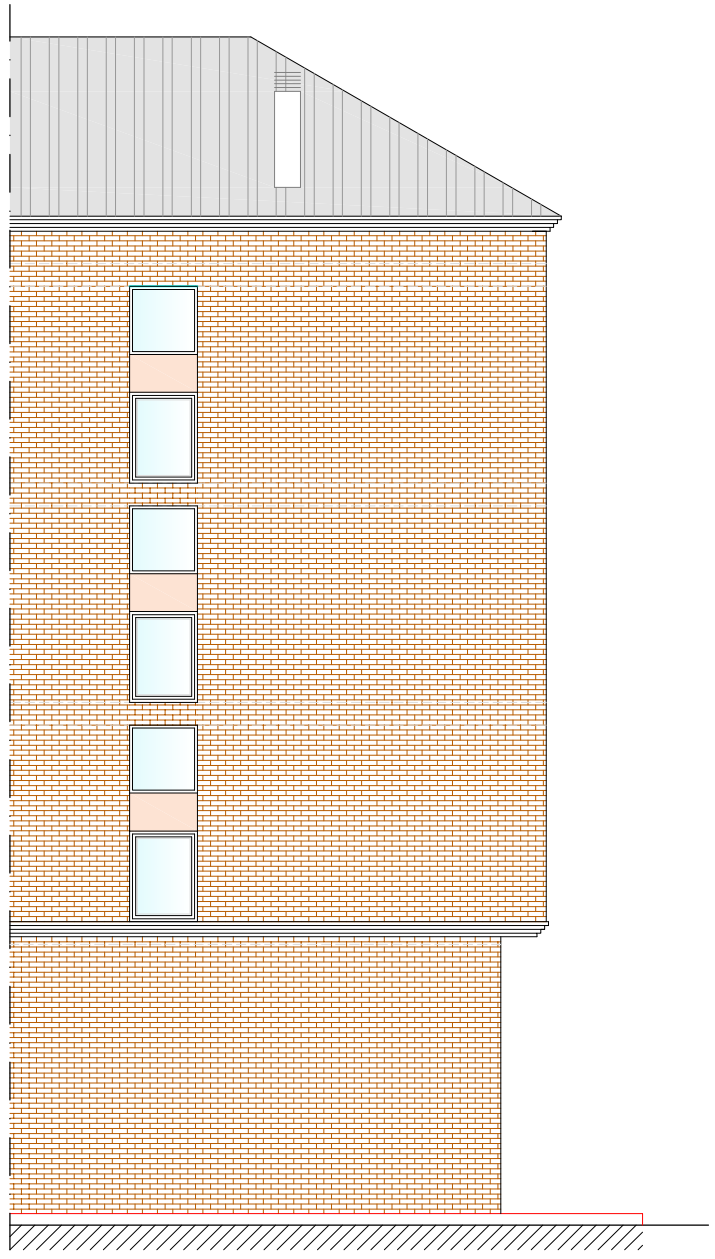


PLANTA BAJO CUBIERTA

ESCALA 1:50

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto Final de Grado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 10	PLANO DE SUPERFICIES. PLANTA BAJO CUBIERTA	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 50	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester



ALZADO OESTE

ALZADO SUR

ESCALA 1:100

0 1 2 3 4 5 m

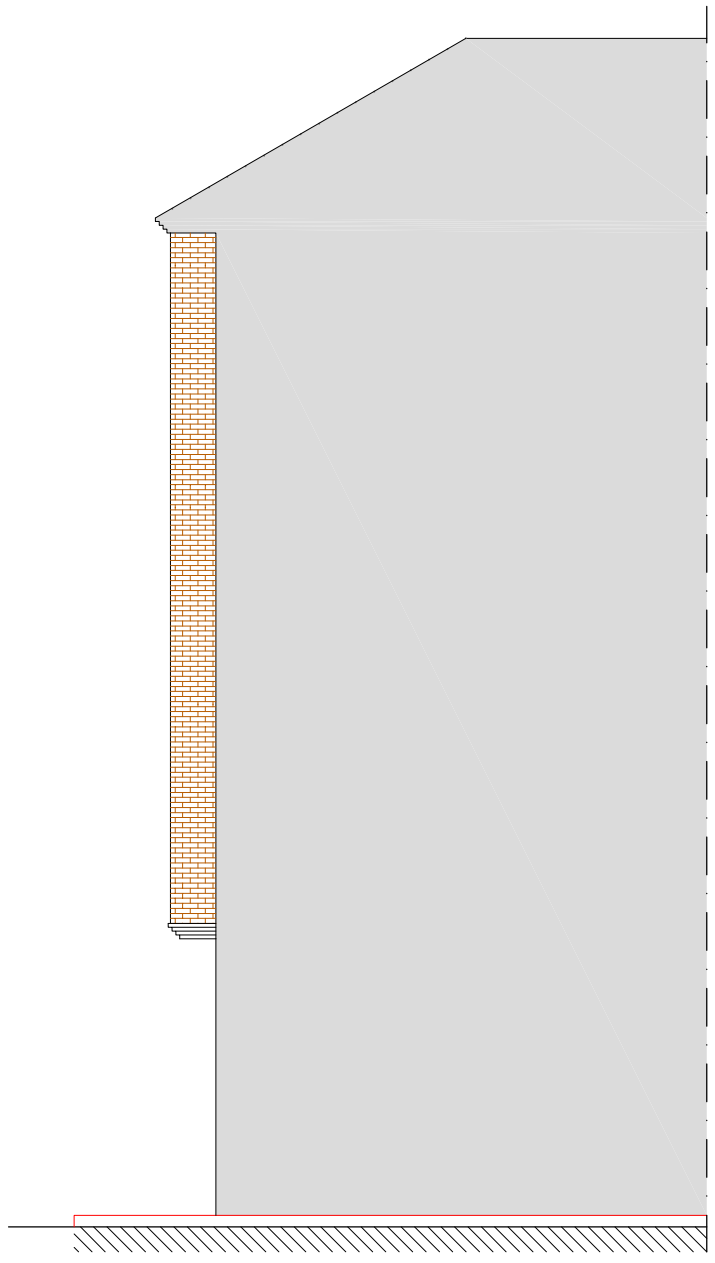
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación

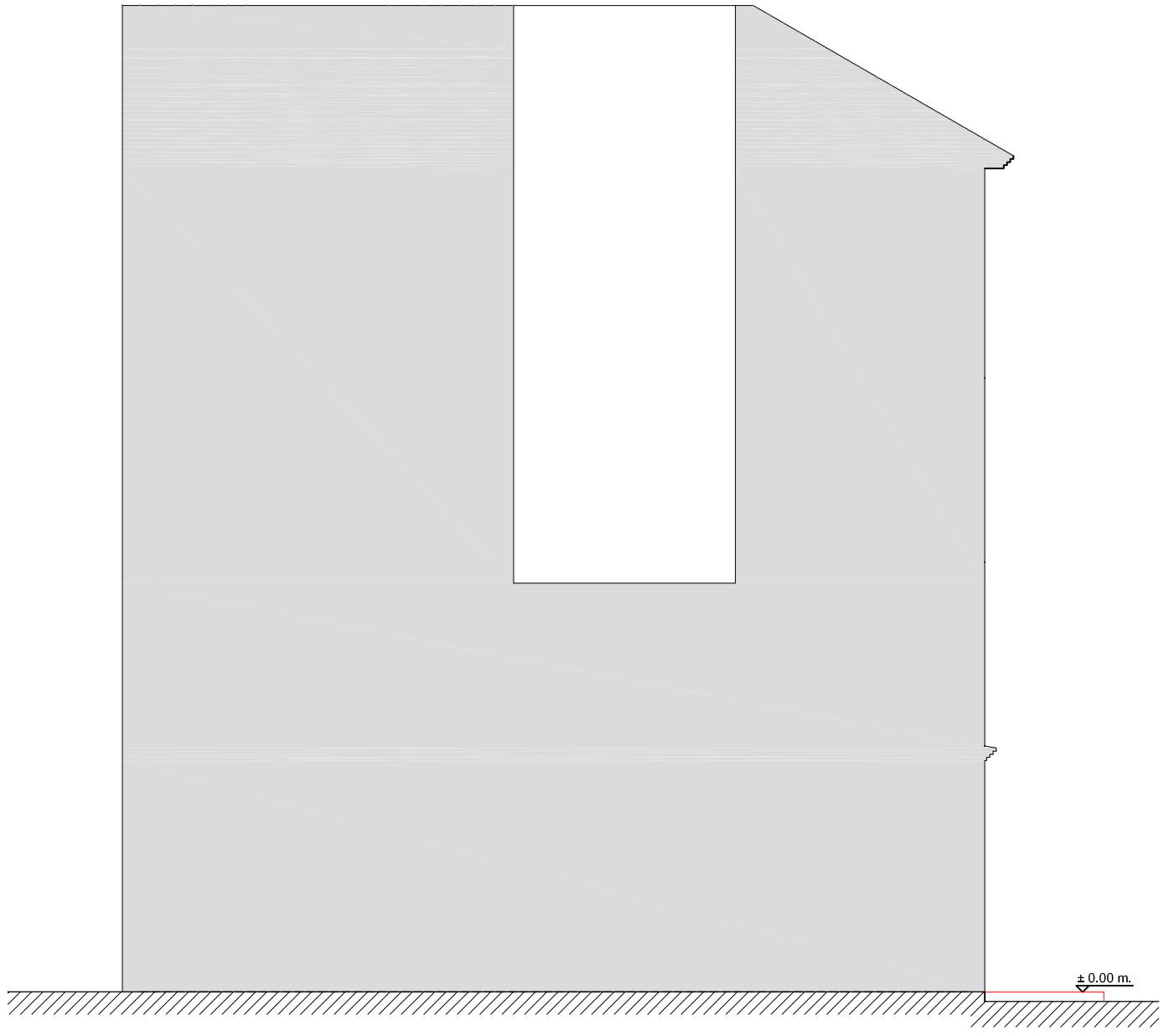
Proyecto **F**inal de **G**rado_TALLER_18

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA

Nº PLANO:		FECHA:	TUTOR/A:
11	**PLANTA ALZADOS SUR Y OESTE**	01/07/13	Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 100	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester



ALZADO ESTE

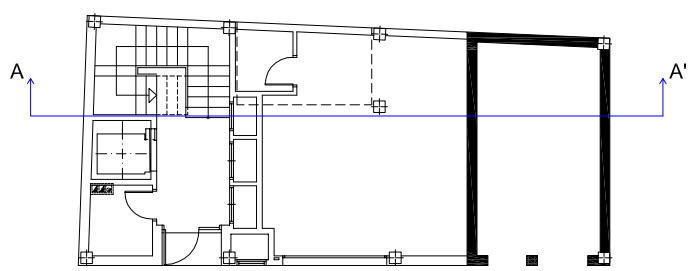


ALZADO NORTE

ESCALA 1:100

0 1 2 3 4 5 m

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto **F**inal de **G**rado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 12	**PLANTA ALZADOS NORTE Y ESTE**	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 100	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester

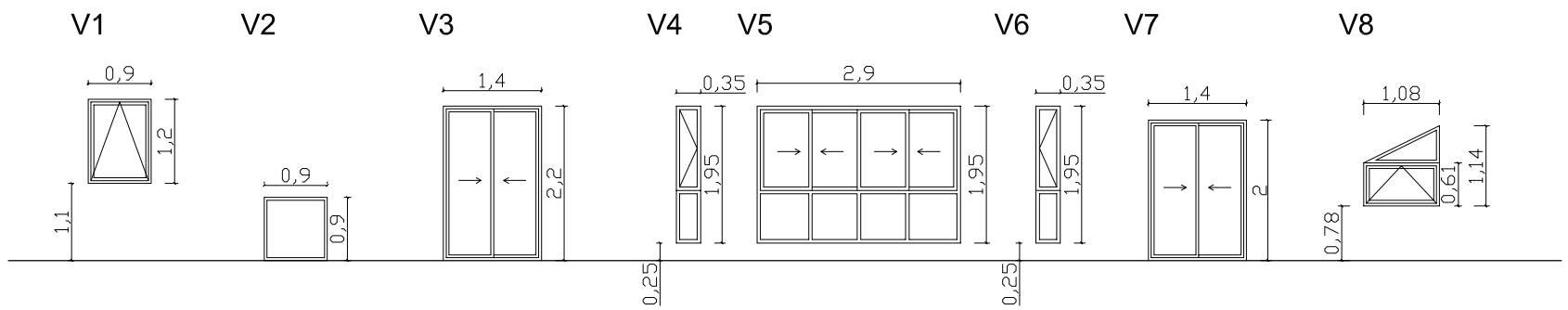


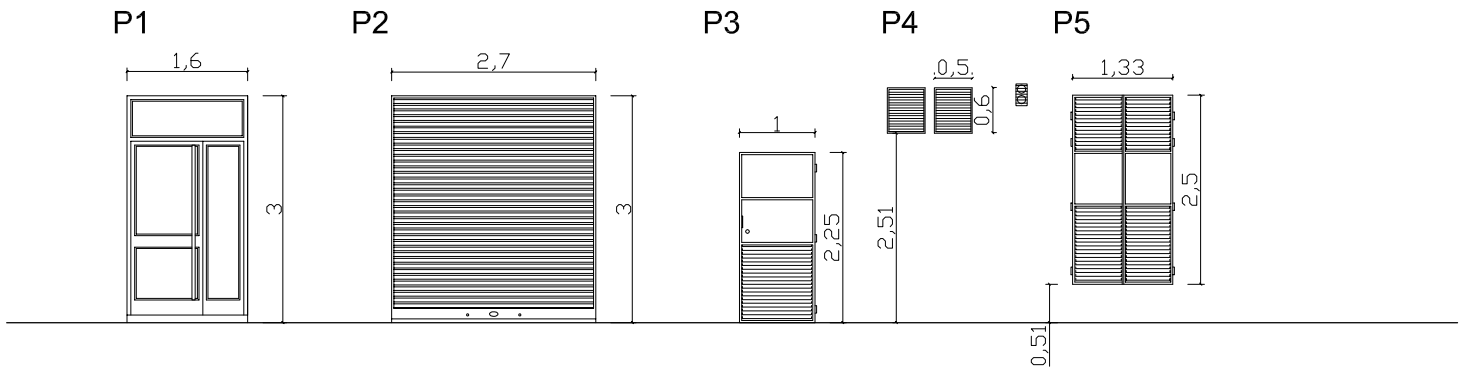
SECCIÓN A - A'

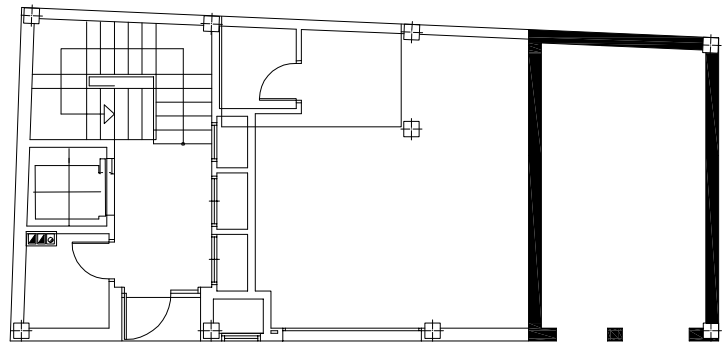
ESCALA 1:100

0 1 2 3 4 5 m

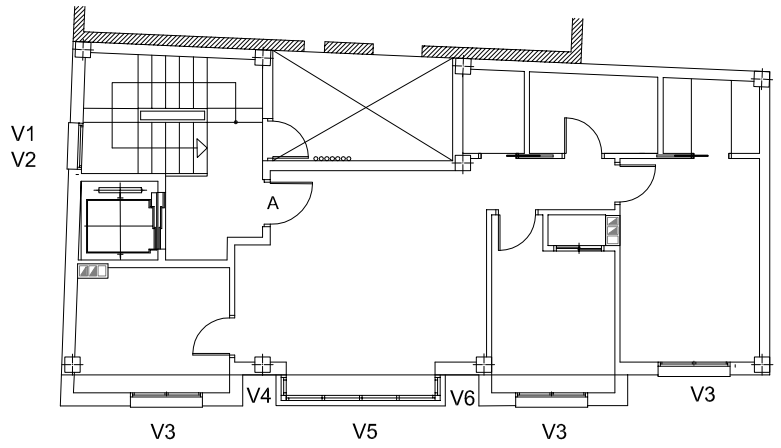
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA			
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto **F**inal de **G**rado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 13	**SECCIÓN A - A'**	FECHA: 01/07/13	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo
		ESCALA: 1 : 100	ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester



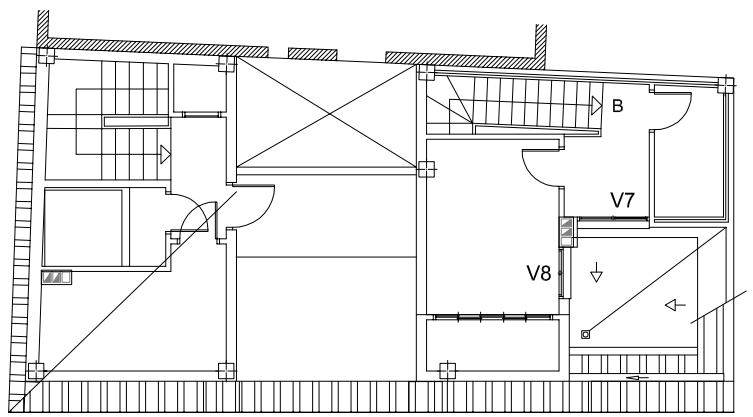




PLANTA PB



PLANTA 1ª, 2ª y 3ª



PLANTA BAJO CUBIERTA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación			
Proyecto **F**inal de **G**rado_TALLER_18	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN EDIFICIO DE 3 VIVIENDAS EN ALDAIA		
Nº PLANO: 14	**PLANO DE CARPINTERIA EXTERIOR**	FECHA: 01/07/13 ESCALA: 1 : 100	TUTOR/A: Pascual Galán, Amadeo ALUMNO/A: Tormo Jurado, Ester