

Máster Oficial Interuniversitario



UNIVERSIDAD  
DE  
CORDOBA

Representación y Diseño  
en Ingeniería y Arquitectura

ual  
uco  
uma

Trabajo Fin de Máster

# Diseño y dimensionado de vivienda unifamiliar de consumo energético casi nulo, ubicada en Almería

Carmen María  
LÓPEZ LÓPEZ

Curso | 2012-2013  
Convocatoria | Septiembre

Director/es:  
Xavier B. LASTRA BRAVO  
Alfredo TOLÓN BECERRA





## **INDICE**

## INDICE

<b>Resumen.....</b>	<b>1</b>
<b>Palabras clave.....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>2</b>
<b>Key words.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Introducción y Objetivos.....</b>	<b>4</b>
1.1 Introducción .....	4
1.1.1 Arquitectura sostenible .....	6
1.1.2 Normativa Aplicable .....	8
1.1.3 Vivienda Passivhaus. Vivienda de consumo energético casi nulo .....	17
1.1.4 El Confort en la vivienda .....	27
1.2 Objetivos .....	28
<b>2. Material y métodos.....</b>	<b>30</b>
2.1 Software PHPP como herramienta de diseño y dimensionado en el estándar Passivhaus .....	31
2.2 Software Cype y Lider como herramienta de diseño y dimensionado en el de la vivienda objeto de proyecto .....	37
2.2.1 Metodología utilizada en Cype Mep .....	38
2.2.2 Metodología utilizada en Lider .....	38
2.3 Obtención del certificado de calificación energética para vivienda Passivhaus .....	40
2.4 Obtención del certificado de calificación energética para el Inmueble objeto en España, software Calener Vyp .....	42
2.5 El Estándar Passivhaus en Clima Mediterráneo .....	43





2.6 Clima Mediterráneo .....	50
2.7 Clima en Almería.....	52
2.8 Situación del inmueble objeto de proyecto .....	55
2.9 Descripción del inmueble y parcela. Situación .....	56
2.10 Metodología para la introducción de datos .....	57
<b>3. Resultados y discusión.....</b>	<b>62</b>
3.1 Diseño y dimensionado del inmueble propuesto.....	62
3.2 Orientación del inmueble objeto .....	72
3.2.1 Bases conceptuales de la orientación y consideración de las sombras en una vivienda Passivhaus.....	72
3.2.2 Resultado del diseño propuesto en relación con la orientación y las sombras.....	74
3.3 Forma y dimensionamiento del inmueble objeto .....	75
3.3.1 Bases conceptuales de la forma y dimensionamiento de una vivienda Passivhaus.....	75
3.3.2 Resultado del diseño propuesto en relación con la forma y dimensionado del inmueble. Factor de forma.....	77
3.4 La envolvente opaca del inmueble objeto .....	78
3.4.1 Bases conceptuales de la envolvente opaca en el estándar Passivhaus.....	78
3.4.2 Resultado del diseño propuesto en relación con la envolvente opaca del inmueble objeto .....	81
3.5 Los Puentes Térmicos en el inmueble objeto .....	96
3.5.1 Bases conceptuales de los Puentes térmicos en el estándar Passivhaus.....	96
3.5.2 Resultados de los Puentes térmicos en el inmueble objeto .....	103



3.6 Carpintería exterior. Ventanas y puertas en el inmueble objeto .....	107
3.6.1 Bases conceptuales sobre la carpintería exterior en el estándar Passivhaus.....	107
3.6.2 Resultado en carpintería exterior del inmueble propuesto.....	111
3.6.3 Planos de carpintería exterior e interior del inmueble objeto .....	128
3.7 La Iluminación en el inmueble objeto .....	129
3.7.1 Bases conceptuales de la Iluminación en el estándar Passivhaus.....	129
3.7.2 Resultados de Iluminación en el inmueble objeto .....	131
3.8 La Estanqueidad y hermeticidad en el inmueble objeto .....	132
3.8.1 Bases conceptuales de la estanqueidad y la hermeticidad según el estándar Passivhaus.....	132
3.8.2 Resultados de Estanqueidad y hermeticidad del inmueble objeto.....	135
3.9 Protección frente al sol en el inmueble objeto .....	136
3.9.1 Bases conceptuales de la Protección frente al sol en el estándar Passivhaus .....	136
3.9.2 Resultado de los Sistemas de protección frente al sol del inmueble objeto.....	136
3.10 Sistema de ventilación en el inmueble objeto .....	143
3.10.1 Bases conceptuales de la Ventilación Mecánica en el estándar Passivhaus.....	143
3.10.2 Resultado del sistema de ventilación en el inmueble objeto. ....	146
3.10.3 Planos de ventilación exterior e interior del inmueble propuesto.....	158
3.11 Aparatos de energía primaria en el inmueble propuesto.....	160
3.11.1 Bases conceptuales de los Aparatos de energía primaria en el estándar Passivhaus.....	160



3.11.2 Resultados en relación a los Aparatos de energía primaria en el inmueble objeto .....	160
3.12 Introducción de datos en Cype para el diseño y dimensionado del inmueble objeto .....	162
3.13 Resultados obtenidos del diseño y dimensionado del inmueble objeto mediante Cype, Lider y Calener Vyp .....	171
3.13.1 Exigencia Básica de la HE-1. Limitación de la demanda energética .....	171
3.13.2 Cálculo del factor de reducción según la norma UNE-EN ISO 13789. ....	178
3.13.3 Procedimiento simplificado para la certificación energética .....	181
3.13.4 Cálculo del indicador de eficiencia energética de demanda de calefacción .....	187
3.13.5 Cálculo del indicador de eficiencia energética de demanda de refrigeración.....	188
3.13.6 Cálculo del indicador de eficiencia energética de Sistemas .....	189
3.13.7 Cálculo del indicador de eficiencia energética. ....	191
3.14 Resultados del diseño y diemensionado del inmueble objeto obtenidos en Lider. Ficha del cumplimiento del CTE-HE1 .....	192
3.15 Resultados de la certificación energética del inmueble objeto con Calener Vyp. Calificación Energética.....	207
3.16 Costes .....	219
3.16.1 Resultado de los costes del inmueble propuesto. Presupuesto de ejecución materia.....	221
3.17 El concepto Passivhaus en Almería y su relación con la normativa RITE .....	240



3.18 El concepto Passivhaus en relación con CTE, LIDER y Calener .....	241
3.19 Relación entre la Certificación de Eficiencia Energética de edificios y el cumplimiento de CTE .....	243
<b>4. Conclusiones.....</b>	<b>245</b>
<b>5. Agradecimientos.....</b>	<b>249</b>
<b>6. Referencias.....</b>	<b>251</b>
<b>Conceptos aclaratorios.....</b>	<b>255</b>
<b>Listado de figuras.....</b>	<b>259</b>
<b>Listado de tablas.....</b>	<b>266</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>269</b>





**RESUMEN Y  
PALABRAS CLAVE**

## **DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DECONSUMO ENERGETICO CASI NULO, UBICADA EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA**

**Resumen.** La Directiva Europea 2010/31/UE establece que todos los edificios públicos construidos en Europa deberán cumplir la filosofía del consumo energético casi nulo hasta 2020. Para cumplirlo, en España se certificarán como viviendas de tipo "A o B". Este trabajo Fin de Máster se ha realizado con la finalidad de cumplir con la directiva europea, mediante la utilización de los programas oficiales de diseño y cálculo establecidos por el Gobierno Español.

Se ha diseñado y dimensionado una vivienda tipo para que cumpla los requisitos establecidos, adaptando el estándar alemán Passivhaus, desarrollado para el diseño y construcción de viviendas eficientes energéticamente. Este estándar fue implantado en Alemania, pero puede ser adaptado para cualquier tipo de clima. Actualmente, Passive-ON Project estudia este estándar para un clima mediterráneo, pero utiliza los criterios y el software PHPP, propio del estándar Passivhaus.

En el presente trabajo Fin de Máster se ha realizado el estudio y diseño de una vivienda de consumo energético casi nulo, ubicada en el término municipal de Almería, España. Este municipio goza de un clima semidesértico o semiárido, tipo de clima único en España. Se realizó el diseño y el dimensionado de este inmueble mediante la adaptación de la metodología del estándar Passivhaus. Se alcanzaron los objetivos mediante el uso de los programas informáticos oficiales implantados en España (Lider y Calener Vyp) y el cumplimiento de la normativa española de construcción. Como resultado, la vivienda obtuvo la calificación energética "B", es decir, que la eficiencia energética de la vivienda está entre el 55 y el 75%.

La calificación energética obtenida permite que la vivienda cumpla con el objetivo europeo de eficiencia energética de los edificios. Además, se ha adapta el estándar Passivhaus a los procesos de diseño y dimensionado que se han de realizar en España, de acuerdo con la normativa actual.

**Palabras clave.** VIVIENDA, CONSUMO, ENERGETICO, CASI, NULO, ALMERIA.



**Abstract.** The European Directive 2010/31/EU establishes that all new buildings occupied and owned by public authorities must comply with the philosophy of nearly zero-energy consumption by 2020. Spain buildings will be certified as Type "A or B" to fulfil this requirement. This Master Dissertation has been done with the aim to comply the European directive through the use of the design and calculations software established by the Spanish Government.

A standard house that fulfils the established requirements has been designed and measured through adapting the Passivhaus standard. Passivhaus standard has been developed for designing and building energy efficient buildings. It was developed in Germany but it can be applied to any climate in the world. Currently, Passive-On Project applies this standard for a Mediterranean climate, but it uses the criteria and PHPP software from the Passivhaus standard.

A house near-zero energy consumption, located in the municipality of Almería, Spain, has been studied and designed in this Master Dissertation,. Almería has a semi-arid climate that is unique in Spain. The Passivhaus standard and methodology have been adapted for designing and calculating a standard house. Objectives were achieved by using official software implemented in Spain (Lider and Calener Vyp) and fulfilling the Spanish building regulations. As result, the designed house got an energy performance operational rating of "B", ie overall efficiency of the house is between 55 and 75%.

The obtained energy performance operational rating allows that the designed house meets the EU goal for energy efficiency in buildings. Furthermore, Passivhaus standard has been adapted for designing and calculating processes in Spain, according to current regulations.

**Key words.** HOUSE, CONSUMER, ENERGY, ALMOST, ZERO, ALMERIA.





# **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**



## **1. Introducción y Objetivos.**

### **1.1 Introducción**

La eficiencia energética es un factor clave para el desarrollo de la economía española y para el nuevo modelo de crecimiento económico sostenible. El ahorro energético conlleva ventajas ambientales, como la reducción de la utilización de recursos naturales y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, y de tipo estratégico, la reducción de la dependencia energética del exterior y la vulnerabilidad del país. Consiguiendo con ello ahorros económicos directos e indirectos de la eficiencia energética. (Instituto de la diversificación y ahorro de la energía (IDAE y col., 2011).

De acuerdo con el Protocolo de Kyoto, Europa está comprometida a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero el consumo de energía en edificios está aumentando (y en consecuencia las emisiones del gas, también). Hoy en día, la eficiencia energética está cobrando importancia en la construcción ya que, viendo las cifras, un cambio positivo en este importante sector resulta una de las pocas medidas que nos acerque realmente al cumplimiento del tratado. El plan de acción para la eficiencia energética de la Comisión Europea, identifica la eficiencia energética en el sector de la construcción como de máxima prioridad (Comisión de las Comunidades Europeas, 2006).

"A pesar de la incertidumbre actual respecto de la evolución de la economía mundial y su recuperación en el futuro, la demanda energética mundial sigue creciendo a un ritmo considerable: un +5% en el año 2010. En los escenarios elaborados por la Agencia Internacional de la Energía al año 2035", la demanda energética mundial aumentaría un tercio de su valor actual (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio e Instituto para la diversificación y Ahorro de Energía, 2011).

Según datos del IDAE, el 17% del total de energía consumida en España se atribuye directamente a la edificación residencial, de la cual un 42,1% se debe a la climatización (el 67,9% en Europa) (Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España. Plan de acción 2008-2012"). Por ello es muy importante ir reduciendo estos valores, se trata de una labor que debemos de tener presente.

Los cerca de catorce millones de hogares españoles censados como residencia principal vierten en la atmósfera un cuarto de los gases responsables del efecto invernadero que se generan en España. Cada unidad familiar es responsable de la emisión de más o menos 5 toneladas de éstos (Habitar el Presente. Ministerio de Vivienda, 2011).

En una encuesta realizada por la Confederación Española de Amas de Casa, Consumidores y Usuarios (CEACCU) se revela que sólo en un 20% de los hogares españoles se hace todo lo posible para ahorrar energía, frente a un 80% que la utiliza de manera inadecuada (CEACCU, 2010).

La Directiva Europea 2010/31/UE, adoptada por el Parlamento Europeo el 19 de Mayo de 2010 y publicada 18 de Junio de 2010, endurece los requisitos de eficiencia energética en los edificios.

Todos los edificios públicos construidos en Europa deberán construirse bajo la filosofía del consumo energético casi nulo (concepto Passivhaus), serán "nearly zero energy



buildings" a partir del 31 de diciembre de 2018. Para los edificios de titularidad privada, la fecha límite es el 31 de diciembre de 2020. Los Estados Miembros deberán de presentar planes para la promoción de este tipo de edificios (Parlamento Europeo, 2010).

El estándar Passivhaus implementa un procedimiento de diseño y ejecución del edificio para obtener demandas muy bajas de energía. Es un estándar abierto que facilita la adopción de múltiples soluciones constructivas.

Los requisitos que se fijan para los edificios deberán de ser calculados de forma que presenten un coste óptimo teniendo en cuenta todos los costes existentes a lo largo de la vida del edificio (Jesús Soto, 2011).

Estas medidas serán de vital importancia para el ahorro energético teniendo en cuenta que 40% de la energía consumida en Europa corresponde al sector de los edificios y el mayor emisor de CO<sub>2</sub>. Convirtiendo con ello a los edificios en un campo de actuación vital para establecer estrategias de mejora de eficiencia energética. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio e Instituto para la diversificación y Ahorro de Energía (IDAE, 2011).

Las energías tradicionales tienen una vida limitada que parece toca a su fin, mientras que las energías alternativas suponen un elevado coste de implantación.

La energía más económica es aquella que no se gasta, de ahí nace el concepto de Passivhaus, es decir, edificios de consumo de energía casi nulo (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Plataforma de Edificación Passivhaus, 2011).

A esto se le sumará la aprobación del real decreto 1699/2011 que permitirá a cualquier particular o empresa generar su propia energía eléctrica volcando el excedente a la red eléctrica y disponiendo de un año para consumirla (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2011).

Esto supone una revolución en el mundo del suministro eléctrico, ya que podemos ser autosuficientes. Pudiendo utilizar durante la noche, los excedentes producidos por nosotros mismos durante el día. Contribuyendo a la construcción de un futuro más sostenible.

Lo más inteligente y económico es conseguir gastar solo aquella energía que es realmente necesaria. Con este objetivo se publica la Directiva Europea 2010/31/UE, según la cual todos los estados miembro deberán tomar medidas para que a partir de 2020 todos los edificios de nueva planta sean de consumo energético casi nulo (Parlamento Europeo y Consejo, 2010).

Es aquí donde nace el concepto Passivhaus, edificios de consumo energético casi nulo. Basándose en un proceso exhaustivo para el desarrollo del proyecto y la ejecución, dando lugar a edificaciones con demanda energética baja (Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid y col., 2011).

La eficiencia energética en el sector de la construcción es una de las estrategias prioritarias para el gobierno Español, debido a las exigencias establecidas en el Protocolo de Kyoto (Protocolo de Kyoto, 1997).



### **1.1.1 Arquitectura Sostenible**

La vivienda representa la necesidad de tener un lugar confortable donde desarrollar parte de nuestra vida.

El ahorro energético y el aprovechamiento del sol como recurso pueden responder adecuadamente a este modelo de vivienda, sin la necesidad de disponer de un costoso sistema de climatización que pueda mantener todas las habitaciones de la casa por encima de la temperatura adecuada en invierno y por debajo en verano (Ambientum, 2003).

Arquitectura Sostenible tiene como objetivo la producción de edificios que se adapten a los contextos socio-económicos, culturales y ambientales locales, teniendo en cuenta las consecuencias para las generaciones futuras. Dentro de este marco, la prioridad debe ser reducir al mínimo el consumo de energía en los edificios (tanto en términos de mantenimiento y energía incorporada), a través del uso de estrategias de diseño pasivo, es decir, reducir el uso de equipos consumidores de energía como de climatización o la iluminación artificial, a través de un sabia adaptación del edificio al contexto climática local (Nick Baker y K. Steemers, 2000).

Esto significa que los profesionales del sector de la construcción, tales como arquitectos, ingenieros y constructores, tienen una gran responsabilidad en cuanto a su contribución para invertir esta tendencia y promover un desarrollo más sostenible.

Muchas de las estrategias de diseño pasivo, tales como la ventilación natural, la orientación solar, la utilización de la inercia térmica, sombreado, etc. son, básicamente, una adaptación de las técnicas utilizadas en el pasado, resultantes de siglos de conocimiento empírico acumulado, a los requisitos contemporáneos (Correia Guedes y col., 2009).

El objetivo central de la arquitectura sostenible, permite identificar y valorar decisiones de diseño arquitectónico y urbano, con énfasis en los aspectos energéticos e impacto ambiental.

Se consideraron variables tales como su ubicación, orientación, relación con el medio circundante... así como la aplicación de tal sistema de evaluación a fin de verificar su pertinencia. A su vez, se propone generar bases de información para plantear pautas de diseño y construcción que, introducidas en el proceso proyectual, tiendan a minimizar los impactos negativos en sus distintas dimensiones: ambiental, social y económica (Silvia de Schiller, 2001).

Del objetivo principal planteado, se desprender un conjunto de objetivos secundarios:

La utilización de recursos naturales, la buena orientación, el aprovechamiento de las características climáticas y la utilización de materiales disponibles en la región junto a un buen diseño arquitectónico, que obtenga beneficios de estas características, dando como resultado edificios de rigurosa calidad y confort interior, a esto lo llamamos **Arquitectura Sostenible**.

La arquitectura sostenible bien entendida y con buen aprovechamiento de estos recursos, le ofrece al usuario una vivienda con un elevado confort interior y menos consumo de energía para su iluminación, climatización y agua caliente sanitaria.



La correcta interrelación entre la naturaleza y el hábitat construido brindará edificios y viviendas que respeten el medio ambiente y a la vez resulten confortables para sus habitantes.

Es aquella arquitectura que reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una obra de construcción, desde los materiales de fabricación, las técnicas de construcción, la ubicación de la vivienda y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, y el reciclado de los materiales cuando la casa ha cumplido su función y se derriba.

La arquitectura sostenible se basa en 5 pilares básicos:

- El ecosistema sobre el que se asienta.
- Los sistemas energéticos que fomentan el ahorro.
- Los materiales de construcción.
- El reciclaje y la reutilización de residuos.
- La movilidad.

El objetivo de la misma es cubrir las necesidades de sus habitantes con el menor gasto energético y con respecto hacia el entorno que la rodea. Para ello, se trata de estudiar a conciencia tanto el diseño de la edificación como los materiales y sistemas constructivos a utilizar con el objetivo de dar origen a una edificación ahorradora y muy confortable. Para ello fomenta:

- La calidad del ambiente interior, consiguiendo unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire.
- Tener en cuenta los efectos de los edificios sobre el entorno en función de:
- Economizar en el consumo de combustibles.
- Disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.
- Disminuir el gasto de agua e iluminación (Lorena Ruzafa Otón, 2009).

Los factores de la arquitectura sostenible quedan representados en la figura 1, y serán los siguientes: Social, Soportable, Ecológico, Viable, económico, todo ello llevando a un diseño sustentable.

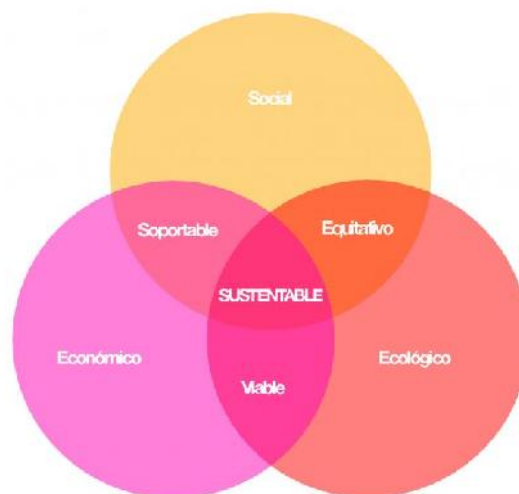


Figura 1. Factores de la Arquitectura Sostenible.  
Fuente: [www.addtiva.com](http://www.addtiva.com).



### 1.1.2 Normativa aplicable

#### ➤ Normativa Europea.

La normativa se va actualizando prácticamente año tras año. En la última década han sido diversas las directivas publicadas por el Parlamento Europeo para darle a este tema la importancia y el rigor que se merece.

Las últimas publicaciones al respecto son las siguientes:

- Directiva 2002-91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2006-32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de abril de 2006 relativos la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.
- Directiva 2009-28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Directiva 2010-31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2012-27/UE EFDEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSENSO de 25 de Octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Describiremos algunos aspectos importantes de las directivas más influyentes en el aspecto de la eficiencia energética, la directiva referente a las energías renovables se tratará más adelante.

- Directiva 2002/91/CE

Su objetivo es fomentar la eficiencia energética en los edificios de la Comunidad Europea teniendo en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades de cada zona, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia. Ideas relevantes:

- El fomento de la eficiencia energética constituye una parte importante del conjunto de políticas y medidas necesarias para cumplir lo dispuesto en el Protocolo de Kioto.
- El sector de la vivienda y de los servicios compuesto en su mayoría por edificios, absorbe más del 40% del consumo final de energía en la Comunidad y se encuentra en fase de expansión, tendencia que previsiblemente hará aumentar el consumo de energía y, por tanto, las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Las medidas para fomentar la mejora de la eficiencia energética de los edificios deben tener en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales, así como el entorno ambiental interior y la relación coste-eficacia.
- Las reformas importantes de los edificios existentes son una buena oportunidad para tomar medidas eficaces en relación con el coste para aumentar su rendimiento energético.
- Con vistas a la reducción del consumo de energía y a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono, los Estados miembros deberán:
  - Tomar las medidas necesarias para establecer una inspección periódica de las calderas que utilicen combustibles no renovables líquidos o sólidos y tengan una potencia nominal efectiva comprendida entre 20 y 100 kW.



Dicha inspección también podrá aplicarse a calderas que utilicen otros combustibles.

- Las calderas con una potencia nominal efectiva de más de 100kW se inspeccionarán al menos cada dos años. Para las calderas de gas, este período podrá ampliarse a cuatro años.
- Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para la realización de una inspección periódica de los sistemas de aire acondicionado con una potencia nominal efectiva superior a 12 kW.
- En los últimos años se ha observado un aumento del número de sistemas de aire acondicionado en los países europeos meridionales.

Esto da lugar a problemas importantes en las horas de máxima sobrecarga, aumentando el coste de la electricidad y perturbando el balance energético de esos países. Debe darse prioridad a estrategias que mejoren el rendimiento térmico de los edificios durante el verano. Para ello debe propiciarse el desarrollo de técnicas de enfriamiento pasivo, fundamentalmente las que mejoran las condiciones ambientales interiores y el microclima alrededor de los edificios.

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de edificios.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y, además, la evaluación del estado de la instalación de calefacción con calderas de más de 15 años.

En cuanto al certificado de eficiencia energética, el artículo 7 de la presente directiva dice que los Estados miembros velarán por que, cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del propietario o, por parte de este, a disposición del posible comprador o inquilino, según corresponda, un certificado de eficiencia energética. La validez del certificado no excederá de 10 años.

Este certificado deberá incluir valores de referencia tales como la normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio. Además irá acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia de la eficiencia energética (Parlamento Europeo y Consejo, 2002).

- Directiva 2010/31/UE

Los objetivos de esta directiva son los mismos que los de su predecesora, la 2002/91/CE, simplemente introduce algunas modificaciones sustantivas de mayor claridad.

Remarcando aspectos como:

- Las medidas adoptadas para reducir el consumo de energía de la Unión, junto con un mayor uso de las energías renovables, no sólo permiten cumplir con el protocolo de Kioto, sino también con el compromiso de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C y su



compromiso de reducir, para 2020, las emisiones totales de gases de efecto invernadero en un 20% como mínimo con respecto a los niveles de 1990.

- Se están creando o adaptando instrumentos financieros y otras medidas de la Unión con objeto de fomentar las medidas relativas a eficiencia energética.
- Los edificios ocupados por las autoridades públicas y los frecuentados habitualmente por el público deben constituir un ejemplo de que los factores medioambientales y energéticos se tienen en cuenta y, en consecuencia, tales edificios deben ser objeto periódicamente de certificación energética.
- Los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para garantizar que cuando se proceda a la sustitución o mejora de los elementos de un edificio que integren la envolvente del edificio y que repercutan de manera significativa en la eficiencia energética de dicha envolvente, se fijen unos requisitos mínimos de eficiencia energética para ellos, con el fin de alcanzar unos niveles óptimos de rentabilidad. Cuando establezcan los requisitos, los Estados miembros podrán distinguir entre edificios nuevos y edificios existentes, así como entre diferentes categorías de edificios.

Estos requisitos deberán tener en cuenta las condiciones ambientales generales interiores, para evitar posibles efectos negativos, como una ventilación inadecuada, así como las particularidades locales, el uso a que se destine el edificio y su antigüedad.

No se exigirá a los Estados miembros que establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética que no resulten rentables a lo largo del ciclo de vida útil estimada.

Los requisitos mínimos de eficiencia energética se revisarán periódicamente a intervalos no superiores a cinco años y, en caso necesario, se actualizarán con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción.

- Edificios de consumo de energía casi nulo. Los Estados miembros se asegurarán de que:
  - A más tardar el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo, y de que
  - Después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que están ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.
- La Comisión publicará, el 31 de diciembre de 2012 a más tardar cada tres años después de esa fecha, un informe sobre los avances efectuados por los Estados miembros a la hora de aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.
- Los Estados miembros velarán por que se expida un certificado de eficiencia energética para:
  - Los edificios o unidades de estos que se construyan, vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, y





-Los edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 500 m<sup>2</sup> y que sean frecuentados habitualmente por el público. El 9 de julio de 2015, este umbral de 500 m se reducirá a 250 m<sup>2</sup>.

- Los Estados miembros velarán por que la certificación de la eficiencia energética de los edificios y la inspección de las instalaciones de calefacción y de aire acondicionado se realicen de manera independiente por expertos cualificados o acreditados, tanto si actúan como autónomos como si están contratados por entidades públicas o empresas privadas (Parlamento Europeo y Consejo, 2010).

- Directiva 2012/27/CE

Los objetivos de esta directiva son relativos a la eficiencia energética, con ella se modifican las Directivas 2004/8/CE y 2010/30/UE, Y SE DERROGAN LAS DIRECTIVAS 2004/8/CE y 2006/32/CE.

Objetivos:

- Establecer un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de un 20% de ahorro para 2020, y preparar el camino para mejoras ulteriores de eficiencia energética más allá de ese año.
- Establecer normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el abastecimiento y el consumo de energía.
- Disponer el establecimiento de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para 2020.

Derogaciones y Modificaciones:

Derogaciones, a partir del 5 de junio de 2014:

- Directiva 2006/32/CE, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos, excepto su artículo 4, apartados 1 a 4, y sus Anexo si, III y IV, que quedan derogados a partir del 1 de enero de 2017.
- Directiva 2004/8/CE, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía.
- Artículo 9, apartados 1 y 2, de la Directiva 2010/30/UE, relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada. Los citados apartados hacen referencia a la Contratación Pública.

Modificaciones:

- Directiva 2009/125/CE, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía, se modifica de la siguiente forma:
  - Se inserta un considerando (35 bis), referente a que en determinadas circunstancias ciertos requisitos de rendimiento energético establecidos en la Directiva





2010/31/UE, sobre Eficiencia Energética de los Edificios, puedan limitar la instalación de productos relacionados con la energía, a condición de que esos requisitos no constituyan una barrera injustificada al comercio.

- Se añade una frase a su artículo 6, apartado 1, haciendo referencia a que lo recogido en dicho artículo, relativo a la Libre circulación, se entiende sin perjuicio de los requisitos de rendimiento energético y de los requisitos del sistema que fijen los Estados miembros con arreglo a lo dispuesto en los artículos 4 y 8 de la Directiva 2010/31/UE (Parlamento Europeo y Consejo, 2012).

➤ **Normativa Española.**

El gobierno español lleva años trabajando para poner en práctica estas directivas originadas en el Parlamento Europeo y son diversos los planes de ámbito nacional que se han creado para tal fin.

▪ La Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (E4).

Aprobada el 28 de noviembre de 2003, identificaba los objetivos de carácter estratégico, así como la senda que la política energética debería recorrer para alcanzar los objetivos de la misma: seguridad de suministro en cantidad y precio, con unos niveles de autoabastecimiento umbrales, tomando en consideración el impacto medioambiental que su uso conlleva y, el importante componente de la competitividad de nuestra Economía (IDEA y Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2003).

▪ La Estrategia Española del Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCE)

*Identifica a los sectores difusos (transporte, residencial, comercial e institucional, agrario, residuos y gases fluorados) como responsables del mayor crecimiento de los gases de efecto invernadero (GEI) y propone acciones directas sobre ellas para disminuir en 188,5 MtCO en el quinquenio; en esta dirección señala al PAE4 2008-2012-2020 con un papel importante de esa estrategia.*

*La EECCCE dedica un capítulo específico a la denominada energía limpia que engloba a las renovables y a la eficiencia energética.*

*Señala además las acciones siguientes: incentivar campañas de difusión para dar a conocer las potenciales inversiones y su rentabilidad; modificar la estructura tarifaria para inducir cambios de comportamiento; estimular la inversión con medidas financieras y fiscales; y, activar la aplicación de la Directiva sobre servicios energéticos (Gobierno de España y Ministerio de Medio ambiente, 2007).*

▪ El Primer Plan de Acción (PAE4 2005-2007), de la E4.

*Aprobado por el Consejo de Ministros el 8 de julio de 2005. Definía medidas prioritarias para iniciar un proceso de tensión sobre todos los sectores, de forma que se disminuyese las tasas de crecimiento en el consumo y en los indicadores de intensidad energética, y especialmente señalase una dirección a seguir (IDAE y Gobierno de España, 2005).*

▪ El Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010.

*(IDAE y Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2005).*

▪ Los Planes Nacionales de Asignación (PNA)

*(Gobierno de España, 2006).*



- El Plan de Acción (PAE4 2008-2012).

Se convierte en el nuevo camino a seguir. Son muchos los sectores que se ven afectados por este plan, obviamente aquí se tratará el sector de la edificación e incluso el del equipamiento doméstico y ofimática (IDAE y Gobierno de España, 2007).

### **Sector de la edificación**

El Sector Edificación comprende, a efectos de este Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE), los servicios que tienen un mayor peso sobre el consumo energético de los edificios: las instalaciones térmicas (calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria) y las instalaciones de iluminación interior, tanto del sector doméstico como del terciario.

Las medidas de actuación contempladas en el marco de la E4 para alcanzar el ahorro estimado, tienen como objetivo mejorar la eficiencia energética de los edificios y sus instalaciones fijas, así como hacer un uso más eficiente de los mismos. Los Decretos al respecto serán los siguientes:

- El Real Decreto 47/2007.

Del 19 de enero, por el que se aprobó el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética.

Están afectados todos los edificios de nueva construcción y las modificaciones, reformas o *rehabilitaciones* de edificios existentes, con una superficie útil superior a 1.000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25 por cien del total de sus cerramientos. El certificado de eficiencia energética deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

La calificación de eficiencia energética asignada al edificio viene expresada por una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

Esta medida trata de promover la construcción de edificios que alcancen la máxima calificación energética, clases A y B (Ministerio de la Presidencia Español, 2007).

La Directiva Europea 2002/91/CE, de eficiencia energética de los edificios, obliga a que los requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios nuevos y existentes que fije la normativa, sean revisados periódicamente en intervalos no superiores a 5 años, y en caso necesario, actualizados, con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción. (Parlamento Europeo y Consejo, 2002).

Estos requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios están contenidos en el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación. Durante el periodo de vigencia de este Plan se procederá a su revisión a través del órgano constituido al efecto por Real Decreto 315/2006 (Gobierno de España, 2009).

- Real Decreto 315/2006.

Como es el Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación, dentro del cual se deberá crear un grupo de trabajo que analice las exigencias actuales



y proponga nuevas exigencias con viabilidad técnica y económica y que sea compatible con los objetivos energéticos y medioambientales buscados (Ministerio de Vivienda, 2006).

Por otro lado, según la Directiva Europea 2002/91/CE, se deberá aprobar un procedimiento de certificación energética para los edificios existentes, que complementa al Real Decreto 47/2007, por el que se aprobó un procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, quedando pendiente de regulación, mediante otra disposición complementaria, la certificación energética de edificios existentes (Parlamento Europeo y Consejo, 2002; Ministerio de la Presidencia español, 2007).

Y es con la reciente publicación del RD 235/2013, del 5 de Abril, con el que se resuelve lo que quedaba pendiente.

- El Real Decreto 235/2013,

Del 5 de Abril, con el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios existentes. Entró en vigor el 1 de Junio del 2013, a partir de esta fecha todos los edificios tanto nuevos como existentes, deberán de estar calificados energéticamente. Esta calificación asignada al edificio vendrá expresada por una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente), al igual que se venía haciendo con los edificios de nueva construcción hasta ahora (Ministerio de la Presidencia español, 2013).

### **Sector de equipamiento doméstico y ofimática**

El Sector Equipamiento Residencial y Ofimática comprende, a efectos de este Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética, el consumo de energía de los electrodomésticos, incluyendo los acondicionadores de aire de uso doméstico de hasta 12 kW de potencia y las cocinas y hornos, y el equipamiento ofimático en general tanto en el sector doméstico, como en el resto de sectores.

El consumo de energía final de este sector se reparte del siguiente modo: el 55% corresponde a los electrodomésticos, el 28% al consumo en las cocinas, el 14% a la ofimática y el resto a los pequeños equipos de aire acondicionado.

Las medidas de actuación contempladas para ahorrar tienen como objetivo mejorar la eficiencia energética del equipamiento doméstico y ofimático existente, así como hacer un uso más eficiente del mismo. Para ello se proponen dos medidas:

- Plan Renove de electrodomésticos.
- Plan de Ahorro y Eficiencia Energética en las Administraciones Públicas.

El Plan Renove de electrodomésticos está dirigido a incentivar la retirada de los electrodomésticos existentes y que tienen mayor consumo energético, sustituyéndolos por otros de clase A o superior.

Los Planes Renove realizados durante los años 2006 y 2007 han conseguido que mayoritariamente los electrodomésticos comercializados sean de las clases de



eficiencia A y B, tendencia que se irá acentuando hacia la clase A durante la vigencia del nuevo PAEE.

Plan de Ahorro y Eficiencia Energética dirigidos a las Administraciones Públicas, de acuerdo con lo que señala la Directiva 2006/32/CE. Estos planes comprenderán actuaciones dirigidas a la mejora de la gestión energética de los edificios y sus instalaciones y la valoración de los criterios de eficiencia energética en las compras que realicen. (IDAE y Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2005; IDAE y Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2011; Parlamento Europeo y Consejo, 2006).

### **Código Técnico de la Edificación**

Los edificios deben proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de forma que se satisfagan una serie de requisitos básicos. Entre ellos se encuentra el requisito básico de ahorro de energía, como así lo establece la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE) (Jefatura de Estado, 1999).

Este requisito de ahorro de energía se desarrolla a su vez en el Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. El CTE contiene cinco exigencias básicas en su Documento Básico de Ahorro de Energía. De estas cinco exigencias, tres, afectan específicamente a este Plan de Acción. En concreto una de ellas relativa a la limitación de la demanda de energía para calefacción y refrigeración y otras dos que fijan el rendimiento de las instalaciones térmicas y de iluminación interior de los edificios (Gobierno de España, 2009; Ministerio de Vivienda, 2006).

Este nuevo marco normativo entró en vigor en el año 2006, durante la vigencia del Plan de Acción 2005-2007, como transposición parcial de la Directiva 2002/91/CE de eficiencia energética de los edificios. Añadiendo además el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), RD1027/2007, del 20 de Julio, que contiene la obligación de realizar inspecciones periódicas de eficiencia energética a las instalaciones de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria, y posteriormente modificado con RD1826/2009, del 27 de Noviembre y más actualmente con el RD 238/2013, del 5 de abril, por el que se modifican sólo determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento 1027/2007 (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2005; Parlamento Europeo y Consejo, 2002; Gobierno de España, 2007; Ministerio de la Presidencia, 2009; Ministerio de la Presidencia, 2013).

El Documento Básico de Ahorro de Energía consta de las siguientes secciones:

- HE.1: Limitación de demanda energética (calefacción y refrigeración).
- HE.2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- HE.3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- HE.4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- HE.5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

(Gobierno de España, 2009).



### **Organismos y asociaciones de interés.**

- El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Es el organismo encargado de realizar planes de eficiencia energética y contiene las campañas y políticas en esta materia en España (Gobierno de España, 1986. IDAE. [www.idae.es](http://www.idae.es). (Accesible 24-abr-2013)).

- ENERAGEN.

Es una asociación de agencias españolas de gestión de la energía que abarcan a las entidades autonómicas, comarcales y locales (Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía, 2003. ENERAGEN. [www.eneragen.org](http://www.eneragen.org). (Accesible 24-abr-2013)).

- La Plataforma española de Eficiencia Energética.

Es un organismo para la investigación y el desarrollo de la eficiencia energética en España (Ministerio de Ciencias e Innovación y col., 2008?; Plataforma Española de Eficiencia Energética. [www.pte-8e.org/index.php](http://www.pte-8e.org/index.php). (Accesible 24-abr-2013)).

- El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Coordina las políticas de eficiencia energética, energías renovables y el complejo sector eléctrico de España. En concreto es interesante los temas que maneja la Secretaría de Estado de la Energía (Gobierno de España, 2000?. Secretaria de Estado de la energía. Ministerio de Industria. [www.mityc.es/energia/es-ES/](http://www.mityc.es/energia/es-ES/). (Accesible 24-abr-2013).

La página web anterior para agosto 2013, dejó de estar activa pasando a ser activa a través de la Secretaria de Estado de la energía. Ministerio de Industria, [www.mityc.es/energia/es-ES/](http://www.mityc.es/energia/es-ES/) (Gobierno de España, 2013. Secretaria de Estado de la energía. Ministerio de Industria. [www.mityc.es/energia/es-ES/](http://www.mityc.es/energia/es-ES/) (Accesible 8-agost-2013).

- La Comisión Nacional de Energía.

Es el organismo que regula los sistemas energéticos en España. Pretenden ser un ente para la vigilancia de la competencia en el mercado de la energía, entendiéndose como tal al eléctrico y el de los hidrocarburos (Comisión Nacional de la Energía, 1998. [www.cne.es](http://www.cne.es) (Accesible 24-abr-2013).



### 1.1.3 Vivienda Passivhaus. Vivienda de consumo energético casi nulo.

#### ➤ Orígenes del Estándar Passivhaus.

En Estándar Passivhaus es oficialmente formulado por los profesores Bo Adamson, de la Universidad sueca de Lund y Wolfgang Feist, del instituto alemán de Edificación y Medio Ambiente, en el año 1998.

El primer proyecto piloto llamado "Kranichstein Passive House" se realizó en 1990 en Darmstadt, Alemania, formado por cuatro casas pareadas (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y col., 2011).

En la figura 2 se representa la primera vivienda Passivhaus, Darmstact, construida en Alemania.



Figura 2. Primeras vivienda pasivas, Darmstadt, Alemania.  
Fuente: PHI, 1996.

El Passive House Institute (PHI), fundado en 1996, es un instituto de investigación independiente dirigida por el Dr. Wolfgang Feist. PHI desempeña un papel especialmente importante en el desarrollo del concepto de casa pasiva. Desde su primer proyecto, anteriormente mencionado, este Instituto es líder en lo que respecta a la investigación y el desarrollo de conceptos de construcción, componentes de construcción, herramientas de planificación y control de calidad especialmente para edificios energéticamente eficientes.

PHI facilita aún más la defensa de los estrictos requisitos de calidad establecidos por la casa pasiva estándar a través de las certificaciones profesionales que ofrece en todo el mundo (Passive House Institute, 1996).

Mediante la tabla 1 se establece una cronología en el tiempo de la historia del Estándar Passivhaus.





1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundación el Passivhaus Institut</li> <li>- Se instaura el concepto Minergie de edificios de bajo consumo en Suiza</li> </ul>
1997	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realización de los primeros barrios habitacionales Passivhaus de 46 casas adosadas en Wiesbaden (Alemania).</li> <li>- Se desarrolla el software de cálculo PHPP (PassivHaus ProjektierungsPacket), de base en Excel, que posibilita un cálculo sencillo por parte de técnicos poco especializados.</li> </ul>
1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se ejecutan los primeros ejemplos de edificios en Suiza y Austria.</li> <li>- Se construye el primer edificio de oficinas en Colbe (alemania), de 2200m<sup>2</sup>.</li> <li>- Se edifica la primera casa unifamiliar aislada certificada por el PHI en Bretten.</li> <li>- Se inicia el el proyecto europeo CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards).</li> </ul>
1999	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizan los primeros edificios de viviendas en bloque en Freiburg y Kassel.</li> </ul>
2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se ejecuta el primer proyecto de Rehabilitación de edificios con componentes y productos Passivhaus en Hamburgo (Alemania).</li> <li>- Se construye la primera fábrica de 4100m<sup>2</sup> en Holanda.</li> </ul>
2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Culminación del CEPHEUS, con la edificación de 14 ejemplos de construcciones Passivhaus en 5 países, con un total de 221 Uds. de habitación y con monitorización para estudio en detalle en diferentes zonas climáticas. Países partícipes: Alemania, Austria, Suiza, Francia y Suecia.</li> <li>- Se ejecuta la primera Escuela Passivhaus en Springe (Alemania).</li> <li>- Se edifica la primera Guardería Passivhaus en Rosenberg (Alemania).</li> </ul>
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se ejecuta la primera casa Passivhaus en Illinois (EE.UU).</li> <li>- Se elabora el primer Polideportivo Passivhaus en Unterschliessheim.</li> <li>- Se construye la primera Residencia geriátrica Passivhaus en Hannover.</li> </ul>
2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se edifica la primera Iglesia Passivhaus en Gross Gerau.</li> </ul>
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primeras casas en Bélgica e Irlanda.</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primera casas pasiva en Francia, Eslovenia y Eslovaquia.</li> <li>- Primer cuartel de bomberos en estándar Passivhaus en Heidelberg.</li> </ul>
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El parlamento europeo propone el Sistema Passivhaus como válido para el territorio de la Unión Europea, a hacer obligatorio en el 2012.</li> <li>- Se construye la primera vivienda unifamiliar aislada Passivhaus en Italia.</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificación de la primera vivienda unifamiliar aislada Passivhaus en España ubicada en Granada.</li> </ul>

Tabla 1. Cronología Passivhaus.  
Fuente. Passive House Institute.

➤ **Hacia el diseño una vivienda de consumo energético casi nulo. Vivienda Passivhaus.**

La casa pasiva debe mantener un equilibrio entre la economía y la construcción, para ello debe de disponer de una buena envolvente, estar bien aislada y contar con un control riguroso de las infiltraciones de aire indeseadas y de los puentes térmicos. Realizando un buena planificación en su diseño, con un óptimo aprovechamiento de la energía solar como fuente inagotable de energía.

La vivienda pasiva se centra en reducir al máximo la demanda energética, su principal valor será la rigurosidad de su diseño, el cálculo de su proyecto y ejecución de la obra garantizando que los valores teóricos calculados se ajustan a los valores reales obtenidos una vez construido el edificio (IDAE y col., 2011).



La demanda de energía de una vivienda puede estar afectada simultáneamente por muchos factores, como es el diseño del inmueble, los elementos de construcción y los materiales con los que se construye (Bin Su, 2011).

Un mejor diseño de los nuevos edificios podría resultar en una reducción del 40 al 70% en su consumo de energía con respecto a los niveles de 2000 (Clarke, 2001).

Debido al alto coste de las mediciones de campo, los tamaños de muestra de este tipo de estudios son generalmente pequeños. La falta de procedimientos estándar de medición e información, a menudo hacen difícil la comparación de resultados entre estudios individuales (S. Cohen y col., 1991).

En una gran cantidad de artículos científicos, los experimentos se suelen realizar en varias zonas climáticas distintas (Santamouris M., Dascalaki E., 2002; R. Fioretti, A. Palla, L.G. Lanza, P.Principi, 2010). Esto es debido a que, si bien ciertas soluciones constructivas pueden afectar positivamente a edificios situados en climas cálidos, éstas mismas, pueden suponer ciertos inconvenientes en climas fríos.

Lo mismo puede ocurrir con otra serie de variables, como el factor de forma o la orientación de la fachada principal del edificio (P. Depecker y col, 2000).

Un estudio sobre cómo los propietarios han interpretado y utilizado el conocimiento sobre las auditorías energéticas para la renovación de sus casas, ha revelado que la estética, la identidad propia y el confort, pueden a veces ser tan relevantes como el ahorro de energía (Gram-Hanssen K, Bartiaux F, Jensen OM, Cantaert M. 2007). Incluso cuando los propietarios son propensos a invertir más en medidas de eficiencia energética que proporcionen rentabilidades mayores, la "visibilidad" de las inversiones es un concepto importante, haciendo por ejemplo que el cambio de las ventanas sea preferido con respecto al aislamiento del ático, el cual tiene un potencial de ahorro energético mayor (Nair G y col., 2010).

Cualquier análisis del efecto de las medidas de ahorro energético debe estar basado en el balance energético total del edificio (E. Nilson y col., 1994).

Se ha comprobado que las medidas más eficientes son: La disposición de aislamiento térmico en cerramientos, la instalación de bombillas de bajo consumo, la instalación de colectores solares para la producción de ACS, equipos de instalación de energías renovables y el mantenimiento regular de los sistemas de calefacción (Athina G. y col., 2006).

De entre todos los casos de estudio analizados, la reducción mayor de la demanda de climatización (60,8%) se corresponde con el modelo aislado con 10cm en las paredes, 15 cm en el techo y con ventanas reflectivas de vidrio doble (F.Al- Ragom, 2003).

En climas fríos, cuanto mayor es la compacidad del edificio, menor es el consumo de energía. Las pérdidas de calor son proporcionales a la superficie de la pared (P. Depecker y col, 2000).

Los techos no aislados suponen un punto crítico de la eficiencia energética en edificación. Un techo de madera, cuando se le añade un aislamiento térmico de 140





mm y un recubrimiento de yeso, produce una reducción de en torno al 49% del consumo eléctrico, con el mismo confort térmico (Amigo J.R., 2006).

Una vivienda bien aislada contribuirá principalmente a reducir las pérdidas de calor en tiempo frío, reducir las ganancias de calor en época calurosa, optimizar el rendimiento de las instalaciones de climatización, calefacción, refrigeración y ventilación (IDAE, 2005).

Se ha demostrado que agregando al techo 140 mm de aislamiento térmico y una lámina de yeso de 12 mm de espesor, se obtienen unos resultados de reducción de energía eléctrica del 48,97 % (Amigo, J. R., 2006).

Desde el punto de vista de la transmisión de calor, la cubierta es la parte del edificio que está sujeta a mayores fluctuaciones térmicas, durante el día alcanza elevadas temperaturas por su exposición directa a la radiación del sol, y durante la noche es la parte de la construcción que más calor pierde, por radiación, hacia el espacio. La carga térmica sobre la cubierta en un día de verano es dos veces mayor que la carga sobre una pared sur, y una vez y media mayor que en las paredes oeste y este. Contrastando esta afirmación, durante el invierno, la carga térmica sobre la cubierta es solamente un tercio de la carga sobre la pared sur, y dos tercios de ella sobre las paredes oeste y este (Papadopoulos M. y Axarli K., 1992).

El diseño de la vivienda debe centrarse más en la reducción de la superficie de cubierta, aumentando con ello su eficiencia energética (Bin su, 2011).

Los puentes térmicos tienen un gran efecto en el rendimiento térmico de la envolvente del edificio, aumentando significativamente la pérdida de calor en invierno y la ganancia de calor del verano (A. Ben Larbi, 2005).

La rentabilidad del aislamiento en la cimentación se mejora en casas con sótanos acondicionados, ya que los espacios más cálidos tienen una mayor tenencia a perder calor (Cohen y col., 1991).

Desde el punto de vista energético, las pérdidas de la envolvente térmica del edificio pueden considerarse como la suma de las pérdidas de calor de todos los sub-componentes 1D y de las pérdidas asociadas al componente ficticio del puente térmico (Y. Gao y col., 2008).

No hay guías de diseño de casas pasivas universales para diferentes lugares y climas. La directriz del diseño de estos inmuebles debe estar relacionado con los principales problemas térmicos de locales, las condiciones climáticas y el diseño local de la vivienda, la estructura y sus materiales. Una elaboración de directrices de diseño de casas pasivas podría basarse en los datos reales de consumo de energía y los datos reales de diseño de las casas locales (Bin Su, 2011).

Passivhaus se refiere, a construir de manera, que nuestra vivienda consuma la mínima energía necesaria, apoyándose para ello en la precisión del diseño y ejecución, permitiendo conseguir un confort térmico con una demanda mínima de energía.

El concepto Passivhaus es aplicable a cualquier zona climática, la metodología para llevarlo a cabo será siempre la misma, prestando especial atención a pequeñas



variaciones de los requisitos de calidad de los distintos elementos constructivos de los edificios, en función de las condiciones climática de la zona donde se ubique (IDAE y col., 2011).

En un clima como el de Almería será importante considerar ciertas medidas para la refrigeración pasiva, siendo la protección solar de ventanas un ejemplo de ello.

No tener en cuenta para el diseño y construcción de una vivienda los requisitos que exige una vivienda pasiva, conllevaría la pérdida de energía a través de los elementos que la componen (IDAE y col., 2011).

En la tabla 2, expuesta a continuación se representan los porcentajes de pérdidas de energía a los que puede estar sometida una vivienda no habiendo tenido en cuenta estos requisitos.

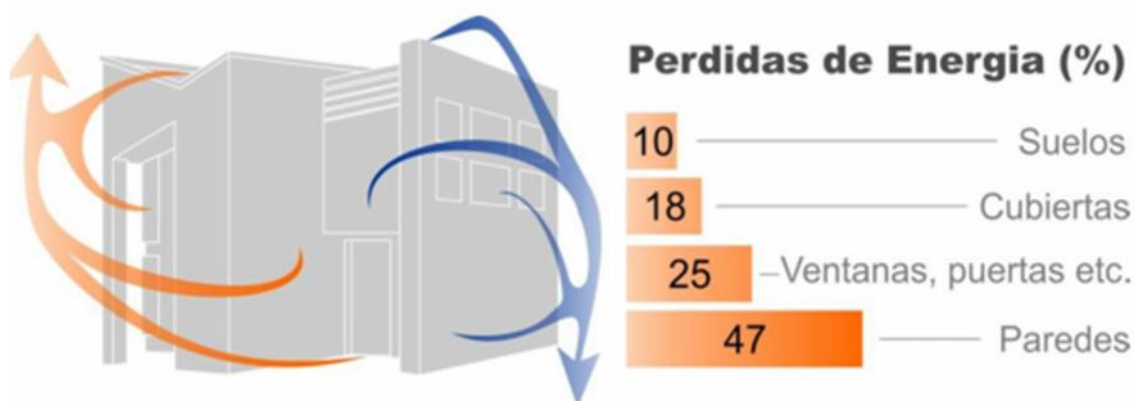


Tabla 2. Perdidas de energía en los elementos constructivos.  
Fuente: [www.eeplus.saunierduval.es](http://www.eeplus.saunierduval.es).

#### ➤ Casa Pasivhaus.

La casa pasiva consistirá en una vivienda con un alto grado de aislamiento, un control riguroso de los puentes térmicos y de las infiltraciones de aire indeseadas, unas carpinterías de gran calidad y un aprovechamiento óptimo de la radiación solar, de forma, que mediante la ventilación mecánica a través de un sistema de recuperación de calor se consigue el aporte necesario para su climatización, sin recurrir a ningún otro sistema.

Se estudia al máximo su eficiencia energética, proporcionándole una buena orientación, una envolvente adecuada, y aprovechando al máximo la energía solar. (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y col., 2011).

El objetivo del 'diseño pasivo' consiste en maximizar las ganancias de calor y minimizar las pérdidas de energía del edificio en invierno y minimizar las ganancias y maximizar las pérdidas del edificio en verano. El 'diseño pasivo' aplicado en su forma más rigurosa no incluiría ningún sistema mecánico (como ventiladores o bombas). Sin embargo, esto no se aplica de forma habitual ya que la incorporación de dispositivos mecánicos y



eléctricos (particularmente en sistemas de control) es necesaria para permitir el correcto funcionamiento del resto de sistemas pasivos.

El término 'diseño pasivo' es, como puede verse, una expresión genérica, que se utiliza para definir una determinada forma de concebir los edificios, por tanto, el significado de dicho término está abierto a la interpretación de distintas personas, en diversas localizaciones y climas, manteniendo el objetivo común de reducir al mínimo el consumo de energía combustible fósil para calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación. En Europa del norte la demanda de calefacción es la más significativa, mientras que en las zonas más meridionales las necesidades de calefacción son mínimas, siendo mayor la demanda de refrigeración. Por lo tanto, de igual forma ha aumentado el interés en aquellas estrategias de refrigeración pasiva.

Las estrategias del diseño para la calefacción y la refrigeración pasivas se basan en las fuentes de calor ambiente (p.e. el sol) y en los sumideros de calor (p.e. la temperatura de cielo durante la noche). Una gran parte de la evolución inicial se desarrolló en los EE.UU. en los años 70 durante la administración Carter. Posteriormente, y partiendo de estos estudios, se desarrolla en Europa durante los años 80 con la financiación de los programas del I+D de la Comisión de las Comunidades Europeas. En este contexto se desarrolló el concepto Passivhaus (Passive-On Project, 2005).

En la figura 3 mostramos un ejemplo de vivienda Passivhaus en Alemania.



Figura 3. Ejemplo de vivienda Passivhaus en Alemania.  
Fuente: Passive-On Project. <http://www.passive-on.org>.

Con ello conseguiremos que la demanda energética para su climatización sea realmente baja y consiguiendo una calidad de aire interior muy elevada.

Necesitando un buen diseño, planificación, atención a sus elementos constructivos y una rigurosa ejecución para poder conseguirlo (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y col., 2011).

➤ **Principios básicos de la vivienda pasiva.**

El estándar Passivhaus diferencia una nueva referencia para edificios de baja energía por varias razones importantes:

- Proporciona un conjunto de aplicación universal de los requisitos para la eficiencia energética, incluido su propio esquema de certificación.
- Ha sido ampliamente aplicado en Alemania y Austria para casi dos décadas (Feist y col., 2001).



Proporciona una eficiencia energética mucho mayor que cualquier otro estándar con el que se puede comparar (Xavier Doquaire, 2011).

Las técnicas pasivas se concretan y definen con soluciones y materiales actuales, siguiendo los "criterios del estándar":

1. El aislamiento térmico. Un buen aislamiento significa:

- Reducción directa de pérdidas de calor.
- Beneficioso tanto en invierno como en verano.
- Evita condensaciones en la cara interna de las fachadas.
- Mejor confort interior y mejor balance global de la energía embebida del edificio.

2. Eliminación de Puentes Térmicos. La capa de aislamiento tiene que ser continua y sin interrupciones, "empaquetando" todo el edificio, para evitar los puentes térmicos. Es la medida económicamente menos costosa en la ejecución en relación a su efectividad real.

Contribuye a la durabilidad de los materiales, evitando las condensaciones.

3. Estanqueidad de la envolvente. La envolvente tiene que ser lo más estanca posible, sellando todas las uniones de materiales del edificio, para garantizar que no se produzcan fugas no deseadas de calor/frío.

Una vez ejecutada la envolvente del edificio se realiza el test de presión. Es una herramienta de comprobación, control y mejora de las fugas de calor y de frío. Debe dar un valor menor al estipulado de 0,6 ren./h renovaciones hora a 50Pa de presión. Su obligatoriedad garantiza la calidad del edificio en cuanto a su estanqueidad.

4. Ventanas y puertas de alta calidad. Las carpinterías son el elemento más crítico de la envolvente para garantizar un balance energético. Tienen una doble función:

- Reducir el flujo térmico al máximo, es decir, deben minimizar las pérdidas de calor y los puentes térmicos.
- Permitir ganancias solares, sobre todo en invierno.

Deben tener una calidad muy alta para garantizar un alto grado de confort y suponer en sí un balance energético netamente positivo en el edificio.

Se garantiza una temperatura superficial interior no menor a 16-17 grados, por lo que el confort interior es muy superior al habitual.

5. Ventilación mecánica. Se renueva aproximadamente un tercio del volumen de aire de los espacios (de acuerdo con la norma EN 15251). La ventilación mecánica permite la recuperación del aire, transporta el aire interior y lo transfiere al aire que recoge del exterior, atemperado. Proporciona:

- Una mejor calidad del aire interior.
- Control de las infiltraciones de aire, protección contra problemas de humedad, de higiene, de salud y condensaciones.



El edificio pueda ser calefactado mediante la ventilación mecánica con recuperación de calor, sin tener que recurrir a ningún otro sistema. Esto se podrá conseguir mediante una planificada ejecución.

6. Optimización de las ganancias solares y calor interior. El aprovechamiento de las ganancias de calor internas generada por las personas, los electrodomésticos y la iluminación forman parte del balance energético del edificio. Del mismo modo la protección en verano frente al exceso de radiación solar es imprescindible.

La mejor garantía de un buen balance energético.

7. Modelización energética de ganancias y pérdidas. Se realiza mediante software específico: El PHPP (Passivhaus Planning Package). Desarrollada por el Passivhaus Institut. Es un programa de hojas de cálculo tipo Excel para ajustar los cálculos térmicos a las características del estándar Passivhaus.

Herramienta útil para el diseño y el proyecto inicial del edificio. Su facilidad de uso hace que sea accesible a una mayoría de técnicos no especializados (IDAE y col., 2011; Passive-On Project, 2005).

La siguiente figura representa la eficiencia en la ventilación de una vivienda Passivhaus.

➤ **Parámetros y objetivos del estándar o vivienda Passivhaus.**

Parámetros obligatorios del estándar:

- Demanda final máxima para calefacción: 15 kWh/m<sup>2</sup>a.
- Demanda final máxima para refrigeración: 15 kWh/m<sup>2</sup>a.
- Para edificios con calefacción y refrigeración por aire, se incorporará como nueva alternativa conseguir una carga de frío y calor menor de 10 W/m<sup>2</sup>.
- Consumo de energía primaria no superior a 120 kWh/m<sup>2</sup>a (Energía primaria de todos los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, electricidad auxiliar, electricidad general, electrodomésticos, etc).
- Test de presión de hermeticidad del edificio al aire, test de comprobación "in situ":
  - Valor del ensayo de estanqueidad al aire ≤ 0,6 renovaciones por hora con una presión/depresión de 50 pascales (control de infiltraciones indeseadas).
- Temperaturas superficiales interiores de la envolvente térmica en invierno > 17°C (Feist, 2004).

Traduciendo los objetivos del estándar hacia el campo del diseño y construcción del inmueble nos resultan los siguientes criterios a tener en cuenta para cumplir el estándar Passivhaus:

1. Cerramientos altamente aislados.

Es esencial un buen aislamiento térmico de todos los componentes opacos (muros exteriores, cubierta, etc.) en general con valores de U entre 0,1 y 0,2 W/m<sup>2</sup>K, esto significa un aislamiento con un espesor de entre 20 y 40 cm. La protección contra el calor y el frío debe ser completa y la vivienda deberá de ser hermética.



## 2. Ventanas.

La calidad de las ventanas es un factor clave, serán construidas con vidrios triples y una transmitancia de energía solar total, más del 50 %, con coeficientes de transferencia de calor menores de 0,8 W/m<sup>2</sup>K (valor de U) y un factor de transmisión solar del 50%.

En invierno se mantendrán las ventanas cerradas la mayor parte del tiempo, en verano se enfriará el interior de la vivienda a través de la protección solar, mediante persianas correderas.

## 3. Eliminación de puentes térmicos.

Mediante la aplicación adecuada de aislamiento, la transmitancia térmica lineal será reducida a valores por debajo de 0.01 W/m<sup>2</sup>K (dimensiones exteriores).

## 4. Infiltraciones muy reducidas.

El valor de estanqueidad al aire será  $\leq 0,6$  ren./h n<sub>50</sub> para una diferencia de presión de 50 pascales.

Cumpliendo estas características y con la ayuda de la herramienta PHPP se garantiza el funcionamiento de la vivienda en adecuadas condiciones de confort (EN 15251), para todo el año, en cualquier zona y para todo tipo de usuarios.

## 5. Recuperadores de calor para el aire extraído de la vivienda.

Las casas pasivas deberán de tener un suministro continuo de aire del exterior, optimizado para asegurar el confort de los ocupantes.

El caudal será regulado para suministrar exactamente la cantidad de aire requerida que permita una excelente calidad del aire interior.

Se empleará un intercambiador para la recuperación de calor de alta eficiencia (rendimiento  $\geq 75\%$ ) y muy bajo consumo de energía ( $\leq 0,45$  Wh/m<sup>3</sup>). Se utiliza para transferir el calor del aire interior de salida con el aire exterior de entrada, ambos caudales no se mezclan.

En días especialmente fríos, el aire suministrado puede recibir un calentamiento suplementario cuando sea necesario. Es posible también una entrada de aire adicional precalentado por medio de un intercambiador de calor enterrado, reduciendo así el gasto energético en el calentamiento de aire.

Es imprescindible estudiar y conocer las condiciones tanto de la vivienda como del propio entorno en la que ésta se ubique. Los consumos obtenidos y analizada la localización en la que se ubicará la vivienda respecto al sol y las posibles sombras, en función de las condiciones climáticas de la zona.

La primera aproximación al diseño de la vivienda se realizará mediante la herramienta PHVP-2002. Nos permitirá conocer un cálculo aproximado del consumo energético previsto para la vivienda objeto de proyecto (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y col., 2011; Passive-On project, 2005; Passivhaus Institut, 1996).



Mediante la figura 4 se representan los principios básicos aplicados en casas Passivhaus.

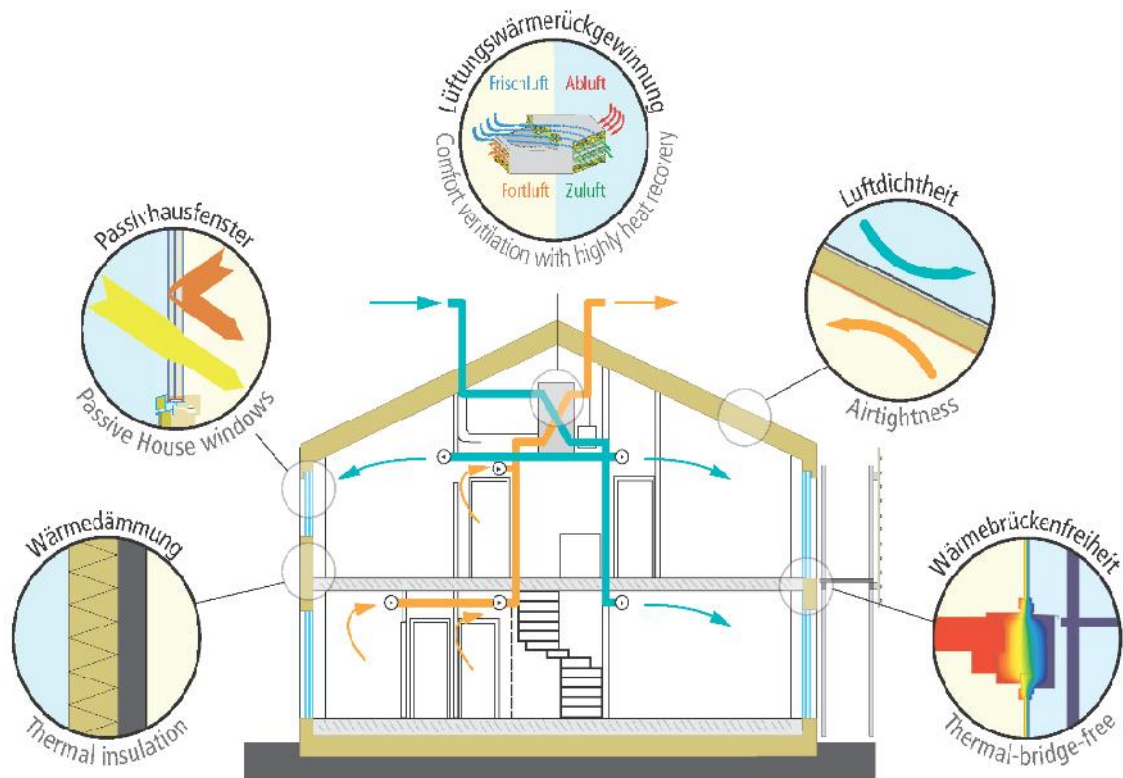


Figura 4. Principios básicos que se aplican a las casas pasivas.  
Fuente. Passive house Institute, 1996.





#### **1.1.4 El Confort.**

Una buena envolvente de la vivienda asegura un confort climático en el interior de ésta, asegurando un buen aislamiento tanto en invierno como en verano.

La vivienda puede ahorrar hasta un 90% menos de energía en comparación con una vivienda convencional ya construida y un 75% menos que una vivienda de obra nueva. Serían viviendas confortablemente cálidas en invierno y agradablemente frescas en verano (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y col., 2011).

Según la norma EN 15251, las temperaturas aceptables dependen del tipo de sistema utilizado para combatir la demanda y de las temperaturas exteriores. Si el sistema de refrigeración es un sistema activo, entonces deben respetarse los criterios fijados por el modelo de Fanger. Sin embargo, si el sistema de refrigeración es pasivo, entonces el límite superior de la temperatura es fijado por el modelo adaptativo (EN 15251, 2008).

El modelo de Fanger conduce generalmente a temperaturas interiores más bajas que el modelo adaptativo, las cargas térmicas y la demanda de refrigeración de los edificios calculados por este método son mayores. Este es una ventaja evidente para promover el uso de técnicas pasivas de refrigeración.

En algunas zonas la aplicación de técnicas pasivas de refrigeración puede ser problemática. En el centro de las ciudades puede ser difícil realizar estrategias de ventilación nocturna debido al ruido, la contaminación o a que la diferencia de temperatura exterior día-noche es pequeña por el efecto "isla de calor". En estos casos se puede pensar en instalar sistemas de enfriamiento activos.

El estándar Passivhaus recomienda que los sistemas mecánicos deben ser utilizados solamente si hay límites técnicos al uso de soluciones pasivas (Passive-On Project, 2005).

##### ➤ **El Método Fanger.**

El Método Fanger para la valoración de confort térmico. Fue propuesto en 1973 por P.O. Fanger, en la publicación *Thermal Comfort* (New York, McGraw-Hill, 1973). Es el método más extendido actualmente para el cálculo de la estimación del confort térmico.

Su importancia y aplicación generalizada del método queda patente en su inclusión como parte de la norma ISO 7730 relativa a la evaluación del ambiente térmico (Sabina Asensio Cuesta y col., 2009).

##### ➤ **El Modelo Adaptativo.**

El modelo adaptativo, introducido por Nicol y Humphreys en 2002, logró conjuntar las características térmicas del ambiente y la transferencia de calor desde, y hacia el cuerpo humano, con la subjetividad del comportamiento de las personas. Este enfoque no sólo tiene en cuenta la interacción física entre el sujeto y el ambiente, sino que también su interacción psicológica y fisiológica largo plazo, incorporando los efectos de aclimatación y las decisiones que las personas pueden, y de hecho efectúan, para acercarse a las condiciones de confort.

Tanto los autores mencionados como Brager, deDear, Auliciems y otros (Nicol y Humphreys, 2002), han trabajado sobre los modelos adaptativos, que tienen en cuenta las preferencias y expectativas de las personas (José Manuel Ochoa, 2012).





## **1.2 Objetivos.**

El objetivo principal del presente Trabajo Fin de Máster es la concepción y el desarrollo de introducirnos al conocimiento técnico del estándar Passivhaus en la edificación, así como su adaptabilidad al CTE, y a otras normativas vigentes en España y llevarlo a cabo en un clima semidesértico como es el caso de Almería, mediante los procesos y softwares de diseño y dimensionado oficiales en España.

Se adquirirán los conocimientos necesarios para el diseño, representación, cálculo y dimensionado básico de una vivienda pasiva, consiguiendo junto con los elementos constructivos más apropiados un consumo energético casi nulo de la vivienda objeto de estudio en la provincia de Almería.

1. Adaptabilidad de la vivienda Passivhaus a las normativas vigentes en la actualidad en España cumpliendo con los objetivos para el futuro de la arquitectura y construcción implantados desde la Unión Europea.

2. Determinar las diferencias que se establecen entre el estándar y las normativas constructivas de diseño y dimensionado vigentes para viviendas en España. El concepto Passivhaus en Almería y su relación con la normativa RITE. El concepto Passivhaus en relación con CTE, LIDER y Calener. La Relación entre la Certificación de Eficiencia Energética de edificios y el Cumplimiento del CTE.

3. Determinar que partes o elementos constructivos de la edificación son los más influyentes en la eficiencia energética de una vivienda.

4. Determinar los valores recomendados de transmitancia térmica de los distintos elementos constructivos que forman el inmueble objeto, y factor solar de los vidrios para conseguir una vivienda Passivhaus de consumo energético casi nulo en Almería.

5. Determinar los costos de construcción del caso de estudio. Analizando la rentabilidad económica y el tiempo de recuperación, en comparación a los respectivos casos de referencia.

6. Determinar una nueva metodología para el diseño y dimensionado de la vivienda Passivhaus en Almería, cumpliendo la limitación de la demanda energética mediante el software Lider y certificando y calificando el inmueble mediante Calener, metodología implantada, oficial y vigente en España hoy día.

7. Aplicación de la información recopilada para el diseño y dimensionado de la vivienda objeto en un marco climático subdesértico como es el de Almería, que mediante la instalación combinada de los diferentes sistemas expuestos con anterioridad, consiga tener un consumo energético casi nulo.





## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

## **2. Materiales y métodos.**

Tras la recopilación, el estudio y la revisión bibliográfica anteriormente expuesta en el capítulo de introducción, se obtienen los principios básicos para el diseño y dimensionado de la vivienda ubicada en la provincia de Almería, provincia con un clima mediterráneo semidesértico, que consiga reunir los objetivos buscados, una vivienda de consumo energético casi nulo.

Los principios básicos del diseño y dimensionado de la vivienda objeto estarán basados en el concepto de eficiencia energética del estándar Passivhaus adaptado mediante los softwares utilizados en la actualidad para el dimensionado, certificación y cumplimiento de la limitación energética de viviendas en España (Cype, Calener Vyp y Lider), con el consiguiente cumplimiento de la normativa española para este tipo de construcciones, como es el CTE, garantizando un inmueble de consumo energético casi nulo.

Basándonos en la teoría y bibliografía recopilada, entenderemos y manejaremos con suficiente destreza el concepto Passivhaus realizando un proceso exhaustivo para el desarrollo del diseño de la vivienda pasiva adaptándolo a un clima semidesértico como es el de Almería, cumpliendo con las exigencias españolas e impuestas desde Europa de calificación energética casi nula de nuestro inmueble. Llegando a su diseño, dimensionado, cálculo y comprobación como objeto del trabajo fin de Máster.

En el marco del estudio, se analizan múltiples parámetros, tales como: orientación, ubicación, superficies vidriadas, tipo de ventanas, transmitancia térmica de elementos opacos, entre otros.

La variable de respuesta será la demanda energética en calefacción y refrigeración y su posterior calificación.

El parámetro variado será la transmitancia térmica de la envolvente del inmueble y el factor solar de los vidrios de la carpintería exterior. La demanda en calefacción y refrigeración, vienen determinadas por el valor de la transmitancia en el cerramiento el factor solar de los vidrios (Tuhus-Dubrow y Krarti, 2010).

Para responder a los objetivos, se define la metodología a seguir, de acuerdo a las siguientes etapas:

- Definición del estándar de referencia Passivhaus.
- Definición de la normativa europea y española vigente.
- Definición de la ubicación y clima donde se ubica el inmueble.
- Definición y descripción del inmueble objeto de estudio.
- Definición de los parámetros y sus rangos propios de la vivienda Passivhaus y su relación con los de la vivienda objeto.
- Definición de los materiales constructivos con los que se consiguen dichos parámetros.
- Definición de los resultados obtenidos.
- Análisis de los resultados.
- Conclusiones y consideraciones.



Se analiza el comportamiento térmico, del caso de estudio, en clima Mediterráneo semidesértico en Almería.

El caso de estudio se analiza con respecto al caso de referencia, con el fin de determinar las diferencias de construcción entre una casa Passivhaus y la vivienda objeto, debido a las diferencias climáticas en las que se ubican cada una de ellas, la diferencias y dificultades existentes en calcular una vivienda pasiva con los software empleados y el cumplimiento de las normativas para este tipo de viviendas en España.

## 2.1 Software PHPP como herramienta de diseño y dimensionado en el estándar Passivhaus.

El software de planificación casa pasiva (PHPP) es la herramienta de diseño producida por el Passivhaus Institut para modelar el funcionamiento de un edificio Passivhaus. Los Passivhaus deben ser modelados y verificados mediante Passive House (PHPP), utilizando el conjunto de datos climáticos regionales apropiado. El PHPP está destinado para el uso de cualquier persona involucrada en el diseño de un Passivhaus.

PHPP contiene una serie de herramientas con las que se obtiene:

- El cálculo de balances de energía.
- El cálculo valores U.
- El diseño de la ventilación adecuada.
- Y muchas otras herramientas útiles para el correcto diseño de viviendas Passivhaus (IDAE y col., 2011; Pasuve House Institute, 1996).

A continuación y mediante la figura 5 se muestra una imagen representativa del software.

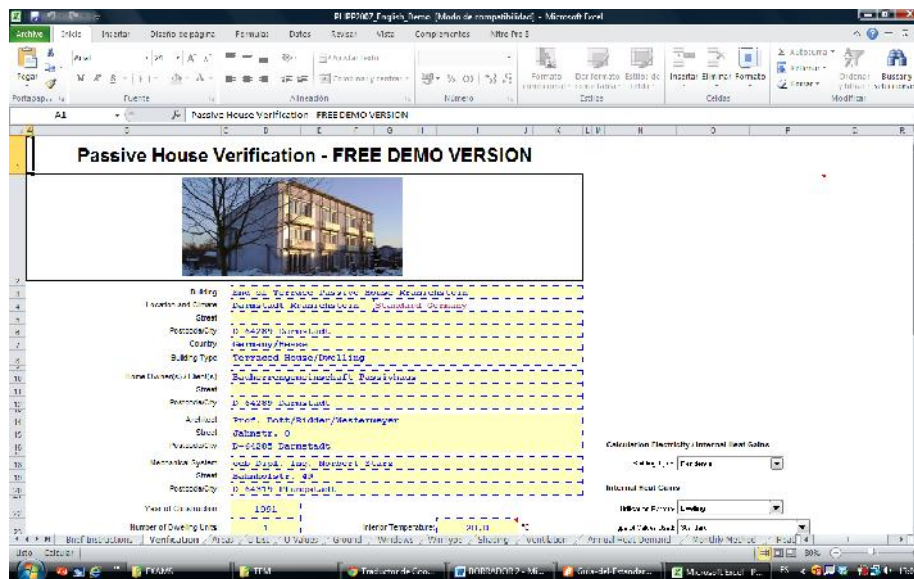


Figura 5. Visualización del software PHPP 2007 para el cálculo y dimensionado de la vivienda Passivhaus. Fuente: <http://www.passivhaus.org.uk>.



La herramienta de cálculo PHPP incluye las siguientes opciones de determinación de áreas y cálculo de Valor U (Figuras 6).

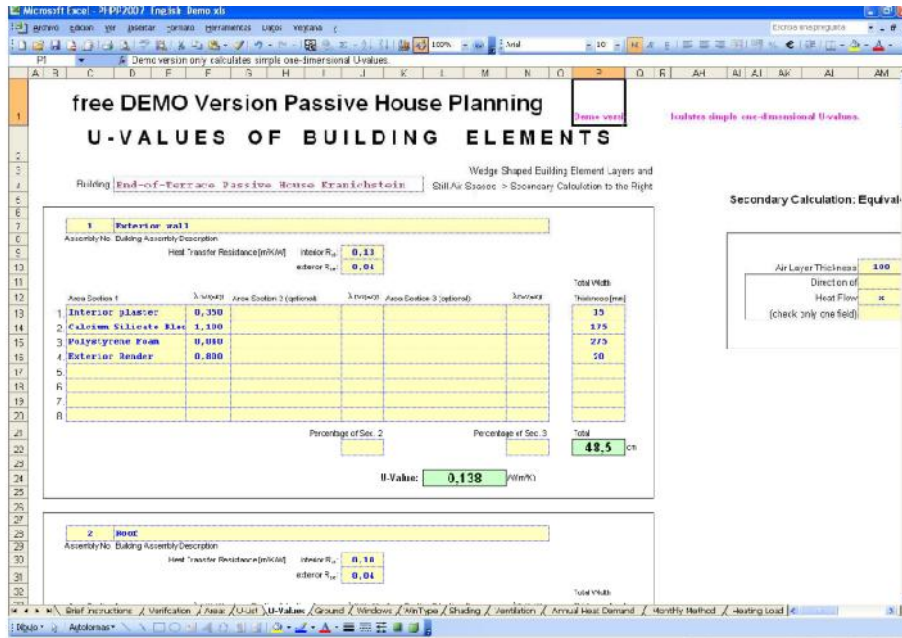


Figura 6. Ejemplo cálculo valor U en programa PHPP.  
Fuente: <http://www.passivhaus.org.uk>

Pérdidas de calor (Figura 7).

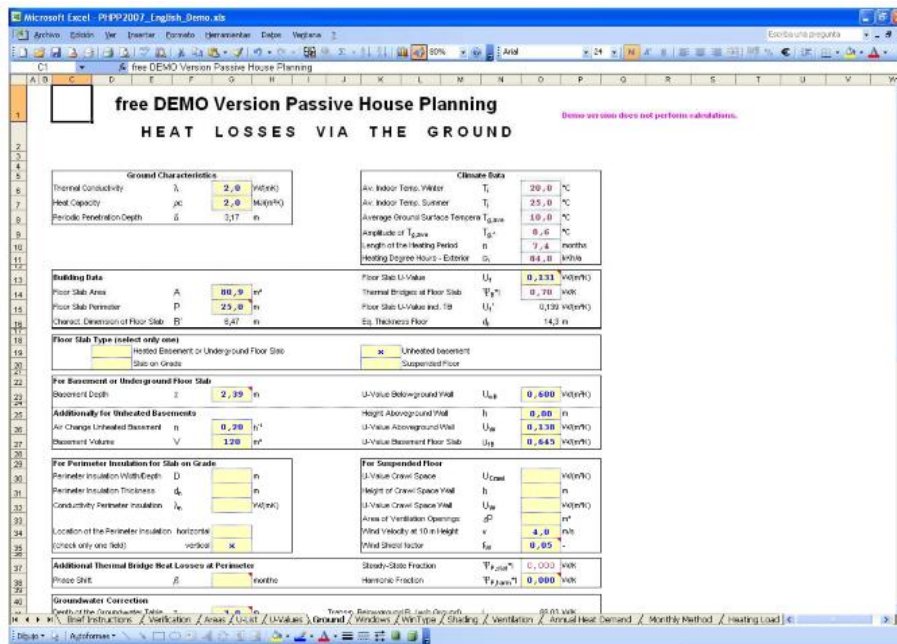


Figura 7. Ejemplo de cálculo en el PHPP.  
Fuente: <http://www.passivhaus.org.uk>





Planificación de las ventanas y acristalamientos de acuerdo a la certificación (Figura 8).

Window Area Orientation	Global Radiation (Cardinal Points)	Shading	Dist.	Non-Perpendicular Incidence Radiation	Glazing Fraction	g-Value	Reduction Factor for Solar Radiation	Window Area	Window U-Value	Glazing Area	Average Global Radiation
maximistic	100	0,75	0,8	0,05	0,644	0,50	0,86	11,04	0,77	7,1	140
North	100	0,89	0,86	0,05	0,644	0,50	0,86	11,04	0,77	7,1	140
East	270	0,75	0,86	0,05	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	270
South	90	0,84	0,86	0,05	0,655	0,50	0,44	30,42	0,78	19,9	370
West	270	0,82	0,86	0,05	0,624	0,50	0,40	2,00	0,00	1,2	270
Horizontal	300	0,75	0,86	0,05	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	360
Total or Average Value for All Windows:						0,50	0,45	43,46	0,78	28,2	

Transmission Losses	Heat Gain Solar Radiation
715	356
0	0
1990	2409
131	92
0	0
2938	2937

Figura 8. Cálculo reducción de factor solar en acristalamientos.  
Fuente. <http://www.passivhaus.org.uk>.

Cálculo de factores de sombras (Figura 9).

Description	Deviation from North	Angle of Incidence from the Horizontal	Orientation	Glazing Width	Glazing Height	Glazing Area	Height of the Shading Object	Horizontal Distance	Window Depth	Distance from Glazing Edge to Reveal	Overhang Depth	Distance from Upper Glazing Edge to Overhang	Additional Shading Reduction Factor	Res SH Rec F.
18 S Ground Fl.	180	90	South	0,83	1,01	6,0	10,00	42,50	0,16	0,135	0,43	0,55	1	
17 S First Fl.	180	90	South	0,87	1,81	6,3	8,30	42,50	0,16	0,098	0,43	0,55	1	
18 S Second Fl.	180	90	South	0,85	2,24	7,6	5,00	42,50	0,16	0,135	0,43	0,55	1	
19 W Ground Fl.	0	90	North	0,80	1,50	3,6	0,00	0,00	0,16	0,130	0,16	0,15	1	
20 West	270	90	North	0,64	1,89	1,2	0,00	0,00	0,16	0,135	0,16	0,14	1	
21 W First Fl.	0	90	North	0,50	1,50	3,6	0,00	0,00	0,16	0,130	0,16	0,13	1	

Orientation	Glazing Area m²	Reduction Factor r <sub>s</sub>
North	7,11	89%
East	0,00	100%
South	19,92	84%
West	1,21	82%
Horizontal	0,00	100%

Figura 9. Ejemplo de cálculo en PHPP.  
Fuente. <http://www.passivhaus.org.uk>.



Cálculo demanda mensual y anual de calefacción (Figura 10).

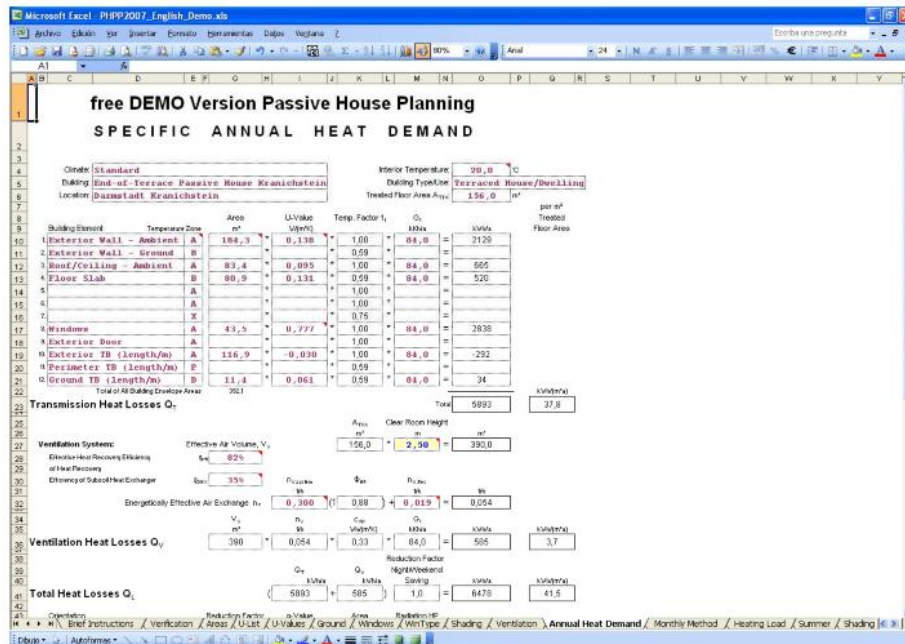


Figura 10: Cálculo de demandas anual de calefacción – PHPP.  
Fuente. <http://www.passivhaus.org.uk>.

Datos climáticos, cálculo factores de sombra en verano, ventilación en verano, cálculo demanda mensual y anual de refrigeración, cálculo producción de ACS por captación solar, cálculo demanda de electricidad, valor de energía primaria, eficiencia de generación de calor (gas, oil, madera), eficiencia de confort por estaciones, las ganancias de calor invierno y un sinfín de posibilidades para dimensionar completamente una vivienda para ser eficiente.

Una de sus hojas Excel facilitará al usuario la verificación de cumplimiento o no de las demandas exigidas para ser vivienda o edificio Passivhaus (Figura 11).



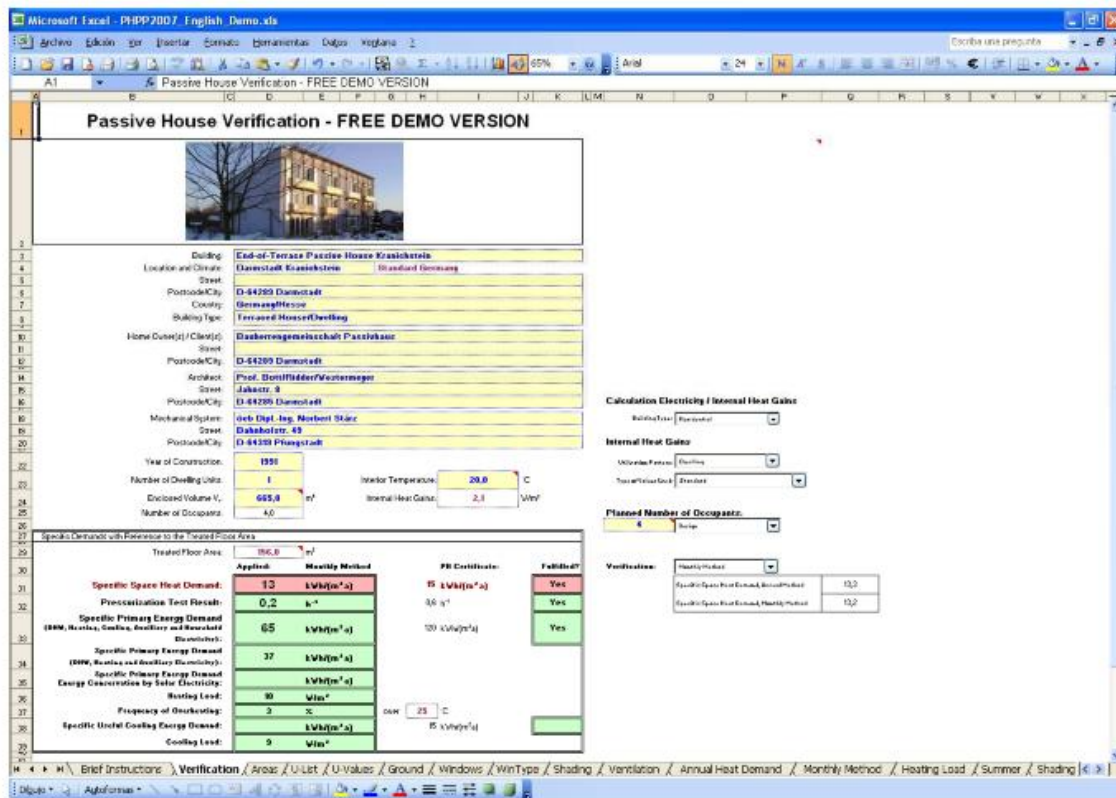


Figura 11. Verificación cumplimiento de parámetros de eficiencia energética.  
Fuente: <http://www.passivhaus.org.uk>

También proporciona otras opciones útiles para el diseño, como:

- Verificación de ayudas de financiación para casas pasivas (por ejemplo, préstamos de bajo interés disponibles en algunos países)
- Un manual detallado que no sólo proporciona una explicación del método de cálculo PHPP, sino que también facilita detalles constructivos de las viviendas.

La Figura 12 muestra un extracto del proyecto calculado con PHPP para una vivienda Passivhaus y el cumplimiento de las demandas anuales de calefacción y refrigeración.

El demo del PHPP (versión en inglés) es posible descargarlo gratuitamente desde la Plataforma de Edificación Passivhaus del Reino Unido (<http://www.passivhaus.org.uk>, t).

El PHPP contiene unos valores estándar que han demostrado que funcionan con respecto a las mediciones sobre el terreno. Aparte de establecer el balance de la temperatura del edificio, el PHPP también se encarga de otros asuntos que surgen durante la planificación. Estos factores son, por ejemplo, el control de temperatura teniendo en cuenta el aire de suministro, la demanda de energía para una alimentación auxiliar y la electricidad de la vivienda, la energía que se necesita para la producción de ACS y la climatización interior en verano si fuese necesaria (Passivhaus Institute, 1996).





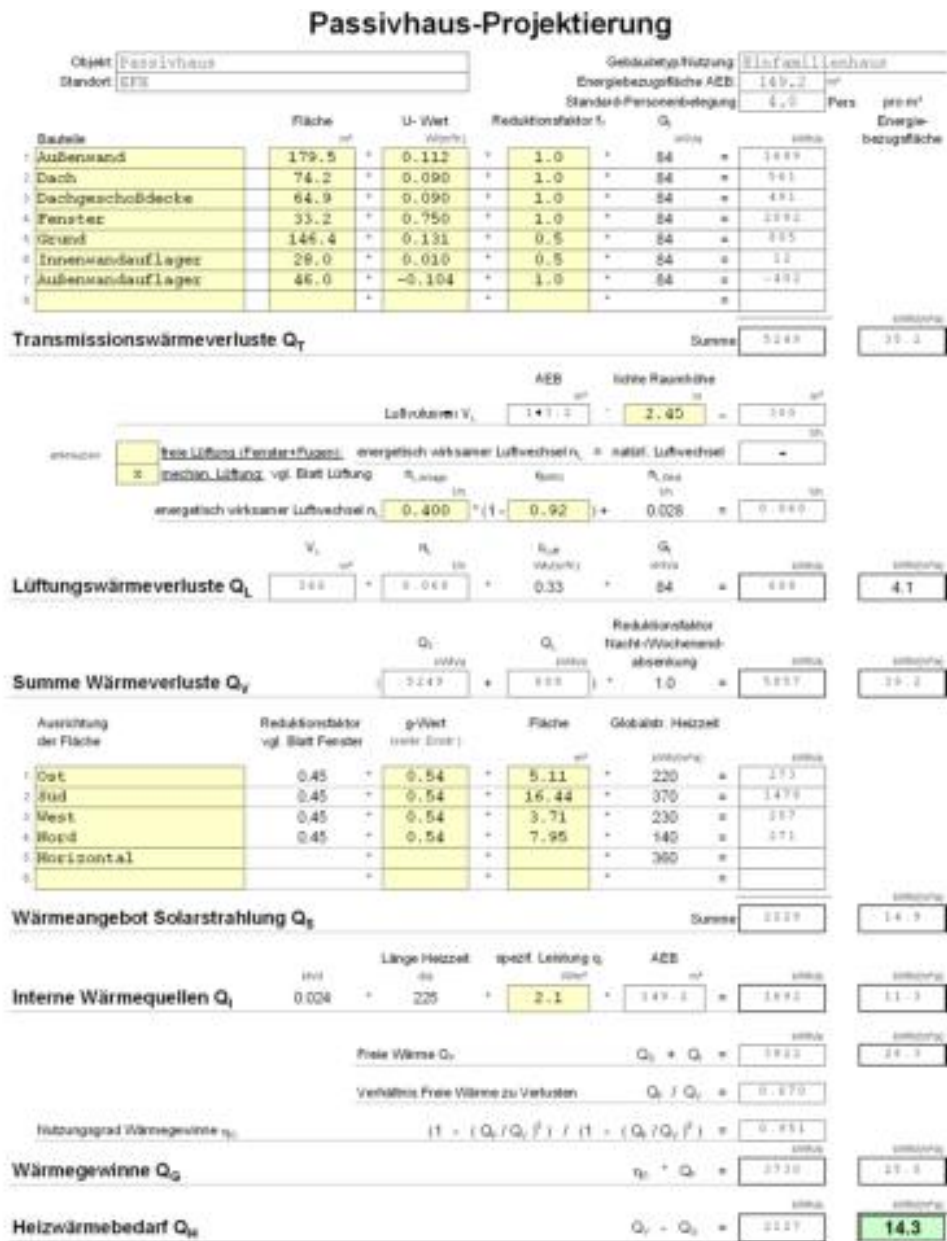


Figura 12. Ejemplo del cálculo de balance energético con PHPP. Fuente: <http://www.passivhaus.org.uk>



## **2.2 Software Cype y Lider como herramienta de diseño y dimensionado de la vivienda objeto de proyecto.**

La metodología utilizada para la obtención del inmueble objeto se ha realizado mediante los programas de Cype Mep, Lider y Calener Vip, con el objetivo de ser capaces de diseñar, y presimensionar una vivienda de condumio energético nulo con los mismos programas que usualmente se utilizar para el cálculo y predimensionado de cualquier vivienda en España, intentando adaptar el estandar Passivhaus a un inmueble ubicado en Almería, fusionandolo con las normas y software que en España se usan habitualmente y estan vigentes.

En España el Código Técnico (CTE) a través del RD314-2006 y, en especial, su Exigencia Básica de Limitación de la Demanda Energética (CTE-HE-1), es un gran avance en la mejora de la eficiencia en la construcción.

Cuando hablamos de limitación de la demanda energética nos referimos a la limitación de dos variables que intervienen en el nivel de energía térmica que entra y sale de un edificio. Estas variables son la transmitancia térmica y el factor solar. Se trata de asegurar un determinado nivel de aislamiento del edificio.

El CTE-H1 distingue dos métodos posibles para el cálculo de la limitación de la demanda energética: el general y el simplificado.

### ➤ **Método Simplificado.**

Este método puede ser aplicado cuando la superficie de huecos en cada fachada sea inferior o igual al 60% de su superficie en fachadas que supongan más de 10% del área total de fachadas y la superficie de lucernarios sea inferior o igual al 5% de la superficie de cubierta.

Esta opción se basa en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica.

La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos.

Tiene como objeto:

- Limitar la demanda, estableciendo valores límite de U y F.
- Limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos.
- Limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios.
- Limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las unidades de uso calefactadas y las zonas no calefactadas.

Este método es el usado por el software Cype para el diseño, dimensionado y cálculo de la limitación energética de un edificio o vivienda y haremos uso de el para el presente proyecto, nos servirá de plataforma para exportar los datos definidos del inmueble objeto a Lider y Calener Vyp (CTE-HE1, 2009).



➤ **Opción General.**

Basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción.

Comprueba la ausencia de condensaciones y la permeabilidad de los huecos (CTE-HE1, 2009).

**2.2.1. Metodología utilizada en Cype Mep.**

CYPE puede ser una herramienta útil para introducir la geometría de manera más sencilla que en Calener VYP o LIDER, ayudándonos con el roceso, aunque también puede dar problemas dependiendo de la complejidad del edificio.

Podemos mejorar la eficiencia energética utilizando los resultados de un programa de simulación de los de verdad, con el que se puede analizar los elementos que intervienen en la demanda energética y mejorarlos, viendo su efecto en la demanda.

CYPE te permite aplicar el metodo simplificado para justificar el cumplimiento del CTE DB HE1, este método es más restrictivo que el método general aplicado por LIDER.

Es un software útil como primer paso para la introducción de geometría, construcción, y algunos perfiles, simplifica la realización del inmueble teniendo en cuenta las opciones de edición disponibles, pero no es válido a nivel de certificación oficial.

Cype Mep se ha empleado en el presente proyecto para la realización de la definición del diseño, el dimensionamiento de la envolvente y la distribución de la vivienda objeto de una manera más intuitiva y sencilla.

Su utilización se basa en una entrada de datos del emplazamiento, orientación y datos de la configuración en alzado de la vivienda por plantas y los elementos constructivos que componen la vivienda.

Una vez diseñado, dimensionado y calculado el inmueble en Cype, comprobando mediante el cálculo que no existe error alguno, utilizaremos la opción exportar a LIDER.

Se exportará la geometría, la composición de cerramientos, las condiciones interiores y datos climáticos del edificio al programa LIDER del CTE.

**2.2.2. Metodología utilizada en Lider.**

LIDER es la aplicación informática que permite cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de Demanda Energética establecida en el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1) y está patrocinada por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Esta herramienta está diseñada para realizar la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo la mayor parte de los cálculos recogidos en el CTE-HE1 y para la impresión de la documentación administrativa pertinente (IDAE, 2011).

LIDER permite definir inmuebles de cualquier tamaño, siempre que su número de espacios no supere los 100 y que su elementos (cerramientos, incluyendo los interiores y las ventanas) no sean más de 500. Si se sobrepasan estos límites, es posible dividir el



edificio en tantas partes como sea necesario sólo para verificar las exigencias del CTE-HE1 y se considerará que, si todas las partes cumplen, el conjunto también cumple. Si alguna de ella no lo hace, se deberá de calcular la demanda promedio del edificio y la de su edificio de referencia con el programa de cálculo PROMEDIAR.EXE, incluido en el directorio de LIDER (CTE-HE1, 2009).

La definición de los inmuebles es compatible con la requerida por el programa CALENER (software que se utilizará posteriormente a Lider para certificar el inmueble) en sus diferentes versiones adaptadas a los sectores residencial, pequeño y mediano terciario y gran terciario.

Actualmente, LIDER es el único programa que puede calcular con la opción general del CTE.

Es el que nos aportará una vez diseñado, dimensionado y calculado, el documento oficial necesario para certificar que nuestra vivienda cumple con el CTE-HS1-Limitación de la demanda energética (IDAE, 2011).

Es un programa un poco laborioso para introducir las plantas y definir el inmueble, por ello se optó en diseñarlo y dimensionarlo previamente con Cype Mep.

Tras haber diseñado y dimensionado el inmueble en Cype Mep exportaremos el fichero a Lider, éste comprobará oficialmente si el inmueble objeto cumple o no con la limitación de la demanda energética (HS-1) y establece el % de la demanda térmica del edificio objeto con respecto a edificio de referencia.

Calculándose mediante LIDER (Documento reconocido del CTE), la evaluación se realiza considerando el edificio en dos situaciones:

- Como edificio objeto, tal como ha sido proyectado en geometría, construcción y operación.
- Como edificio de referencia, con la misma forma y tamaño que el edificio objeto, pero reúne las condiciones que permitirían aplicar la opción simplificada.

Se cumplirán la exigencia básica si:

- La demanda del edificio objeto es menor o igual a la demanda del edificio de referencia.
- Se cumplen los límites impuestos para condensaciones, tanto superficiales, como intersticiales, como intersticiales y para la permeabilidad del aire de las carpinterías.

Este es el primer criterio a tener en cuenta y en función de esta información se determina el diseño básico del inmueble (CTE-HE-1, 2009).



### **2.3 Obtención del Certificado de calificación energética para viviendas Passivhaus.**

El instituto Passivhaus emite Certificados de autenticidad a viviendas construidas según su estándar.

Para la Certificación Passivhaus es necesario cumplimentar cierta documentación y garantizar los cálculos aprobados por el PHPP, evaluaciones de certificación, y supervisión técnica.

Debe ser validado el cumplimiento de los siguientes criterios:

- Demanda anual de calefacción: Máxima 15 kWh/m<sup>2</sup>a.
- Demanda anual de refrigeración: Máxima 15 kWh/m<sup>2</sup>a.
- Resultado Test de presurización: Máximo 0.6 h<sup>-1</sup>
- Demanda de energía primaria: Máxima 120 kWh/m<sup>2</sup>a incluida electricidad de uso doméstico.

La documentación a presentar se resume en los siguientes aspectos:

- Cálculos de diseño con el programa PHPP. Se debe adjuntar el archivo en formato MS-Excel.
- Planos arquitectónicos, constructivos e instalaciones.
- Especificaciones técnicas.
- Verificación de la envolvente hermética del edificio de acuerdo con la norma alemana DIN EN 13829.
- Record de ajuste del sistema de ventilación.
- Declaración del supervisor de la construcción.
- Fotografías.
- Procedimiento de calidad aprobada.
- Métodos de cálculos, condiciones básicas y referencias de normas.

La certificación de casas pasivas en Alemania se rige bajo la Norma DIN V 4108-4. La certificación en otros países se definiría según las respectivas normativas nacionales que regulan el cálculo del balance energético de un edificio.

Con el fin de tener un edificio certificado como Passivhaus, éste tiene que cumplir los siguientes criterios de desempeño especificados en la tabla 3 (Passivhaus Institut, 1996):



endimiento energético de un edificio	
Demand de calefacción específica	$\leq 15\text{kWh/m}^2\cdot\text{yr}$
O carga de Pico Especifica	$\leq 10\text{W/m}^2$
Demanda de enfriamiento específica	$\leq 15\text{kWh/m}^2\cdot\text{yr}$
Demanda de energía primaria	$\leq 120\text{kWh/m}^2\cdot\text{yr}$
Requisitos de rendimiento de elementos	
Hermeticidad	$\leq 0.6\text{ ac/h (n50)}$
Ventanas valor U	$\leq 0.80\text{ W/m}^2\text{K}$
Ventana instalada valor U	$\leq 0.85\text{ W/m}^2\text{K}$
Ejecución de Servicios	
MVHR eficiencia de recuperación de calor	$\geq 75\%^*$
MVHR eficiencia eléctrica	$\leq 0.45\text{ Wh/m}^3$
Criterios de confort térmico y acústico	
frecuencia de calentamiento excesivo	$> 25^\circ\text{C} \leq 10\% \text{ of year}$
maximo ruido desde la unidad MVHR	35 dB(A)
maxima transferencia de ruido en cuartos	25 dB(A)
* Nota la eficiencia MVHR sera calculada según Passivhaus, las normas no calificación del fabricante	

Tabla 3. Requisitos para la Certificación Passivhaus.  
Fuente: Guía de diseño de la casa Passivhaus. Passivhaus Institut, 1996.



## **2.4 Obtención del Certificado de calificación energética para el inmueble objeto, en España. Software Calener.**

Como ya expone los apartados referentes a normativa la Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, obliga a expedir un certificado de eficiencia energética para los edificios, que se construyan, vendan o alquilen. El recién aprobado Real Decreto 235/2013 de 5 de abril regula la certificación tanto de edificios nuevos como existentes.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), encomendados por los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento y Vivienda en España, pone a disposición del usuario el programa informático de calificación de eficiencia energética para edificios construidos, de aplicación en todo el territorio nacional, el Software Calener (IDAE, 2011).

El Programa informático Calener es una herramienta que permite determinar el nivel de eficiencia energética correspondiente a un edificio y su posterior calificación mediante las letras A, B, C, D, E, F o G, partiendo desde A, considerándose como la calificación energética más eficiente y llegando hasta G, siendo esta última la de menor eficiencia.

El método de cálculo que utiliza está desarrollado en función de lo especificado en el Código Técnico de la Construcción (apartado 3.3.2.1. DB HE, 2009):

El programa consta de dos herramientas informáticas para una utilización más fácil por el usuario NT.

En la actualidad existen dos versiones del mismo:

- Programa informático Calener-GT

Para la calificación de eficiencia energética de grandes edificios del sector terciario.

- Programa informático Calener-VYP

Para calificación de eficiencia energética de edificios de viviendas y del pequeño y mediano terciario (Manual Calener, 2011?).

La vivienda que se pretende calcular en el trabajo fin de Master, se calificará energéticamente mediante la versión Calener VYP.

Tras certificar mediante Lider que el inmueble cumple con el CTE-HS1, exportaremos a Calener el fichero creado y obtendremos la certificación energética del inmueble objeto.





## 2.5 Estandar Passivhaus en clima Mediterráneo.

El estándar Passivhaus fue inicialmente desarrollado para climas típicos del medio y norte de Europa, pero el concepto ha demostrado trabajar muy bien también en climas mediterráneos.

Los altos niveles de hermeticidad y aislamiento funcionan de igual forma para la protección del sobrecalentamiento de edificios siempre que haya suficiente protección solar en su lugar.

El Instituto Passivhaus publicó un detallado estudio del rendimiento Passivhaus en climas del sur europeo y encontró lo siguiente:

- Para climas mediterráneos es más aceptable el doble acristalamiento.
- La masa térmica y de absorción de humedad de materiales ganan importancia.
- Un sombreado externo en ocasiones movible es esencial.
- La necesidad de refrigeración activa y / o deshumidificación.
- La posible necesidad de refrigeración adicional  $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

Cuando la frecuencia de la temperatura interior se encuentre por encima de  $25^\circ\text{C}$ , se requieren medidas adicionales para protegerse contra el sobrecalentamiento del verano. La ventilación cruzada a través de las ventanas abiertas y estrategias de ventilación por la noche puede ser incorporada como parte de la Passivhaus.

Sistema de refrigeración cuando sea preciso. Esta pequeña carga de enfriamiento ha demostrado ser suficiente en casi todos los casos porque el concepto Passivhaus es altamente efectiva en la reducción de las ganancias de calor no deseados (Passivhaus Institute, 1996).

En la siguiente figura 13, se muestran los tipos de climas en el mundo.

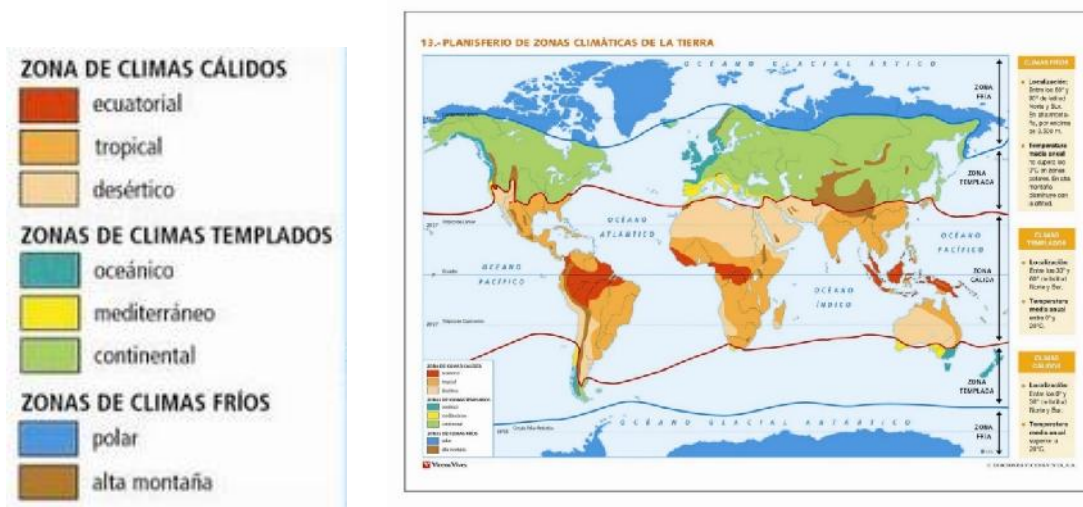


Figura 13. Tipos de climas.  
Fuente: [www.vicensvives.es](http://www.vicensvives.es), accesible 9-Septiembre-2013.





El grupo del proyecto "Passive-On" a su vez ha reformulado el estándar Passivhaus en climas mediterráneos teniendo en cuenta tanto el clima como las cuestiones mencionadas anteriormente como criterios del estándar. Los seis puntos que definen el estándar propuesto de Passivhaus para los climas mediterráneos se enumeran a continuación:

- Criterio de calefacción: La demanda energética útil para la calefacción no debe exceder 15 kWh por m<sup>2</sup> de superficie habitable y año.
- Criterio de refrigeración: La demanda energética útil para la refrigeración no debe exceder 15 kWh por m<sup>2</sup> de superficie habitable y año.
- Criterio de la energía primaria: El consumo de energía primaria para todos los servicios de energía, incluyendo calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, electrodomésticos y alumbrado, no debe exceder de 120 kWh por m<sup>2</sup> de superficie habitable y año.
- Estanqueidad: La envuelta exterior del edificio debe tener un resultado de la prueba de la presurización según EN 13829 de no más de 0.6 h<sup>-1</sup>.
- Confort en invierno: La temperatura operativa del ambiente interior debe mantenerse por encima de 20°C en invierno, usando como límite la cantidad antedicha de energía. Para aquellos lugares con temperaturas ambiente de diseño en invierno por encima de 0 °C, un resultado de la prueba de la presurización de 1.0 h<sup>-1</sup> es generalmente suficiente para alcanzar el criterio de la calefacción.
- Confort en invierno La temperatura operativa del ambiente interior debe mantenerse en el rango especificado por la norma EN 15251.
- Confort en verano: La temperatura operativa del ambiente interior debe mantenerse en el rango especificado por la norma EN 15251. Además, si se usa un sistema activo de refrigeración, dicha temperatura puede mantenerse por encima de 26°C (The passivhaus standard in european warm climates – Passive On, 2005).

La demanda de energía de un edificio depende del clima y de las características de los materiales de los que se compone. Las variables climáticas que influyen de manera determinante en la demanda del edificio son la temperatura exterior y la radiación solar.

La demanda de calefacción y refrigeración de un edificio se ha relacionado con los grados-día de la localidad pero esta variable no considera la influencia de la radiación solar que es el factor de importancia para el diseño, orientación y ganancia de energía en la edificación.

La caracterización climática debe considerar como variables simultáneas la temperatura exterior y la radiación solar.

Cuanto mayor son los grados-día correspondientes a un régimen determinado, mayor será la demanda del edificio para dicho régimen. Si en dos localidades existe coincidencia de grados-día y de radiación solar, y además esto sucede tanto para invierno como para verano, es fácil inferir que las soluciones que valgan para una localidad serán igualmente válidas para la otra.

Con las figuras 14 y 15, se pueden comparar los 4 parámetros climáticos citados en diferentes localidades. Las técnicas usadas para la casa Passivhaus en una cierta



localidad serán en principio válidas para todas aquellas localidades que tienen similares parámetros climáticos que la localidad inicial (José Manuel Salmerón Lissen, 2007).

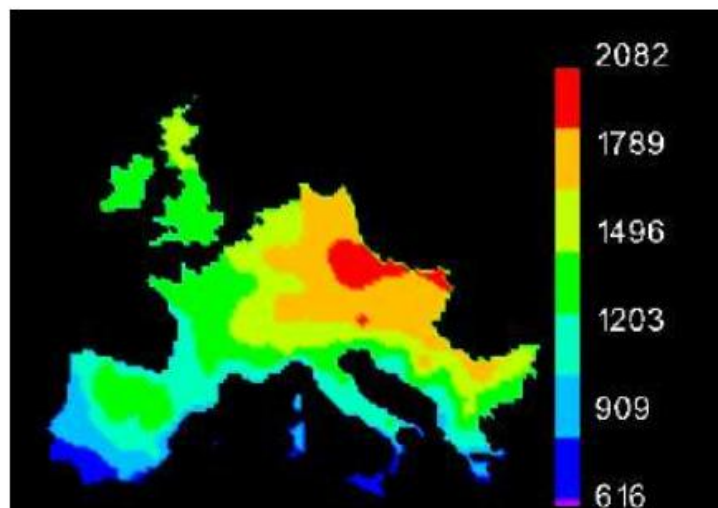


Figura 14. Grados de invierno – días.  
Fuente. Passive-On. El Estándar Passivhaus en climas cálidos.

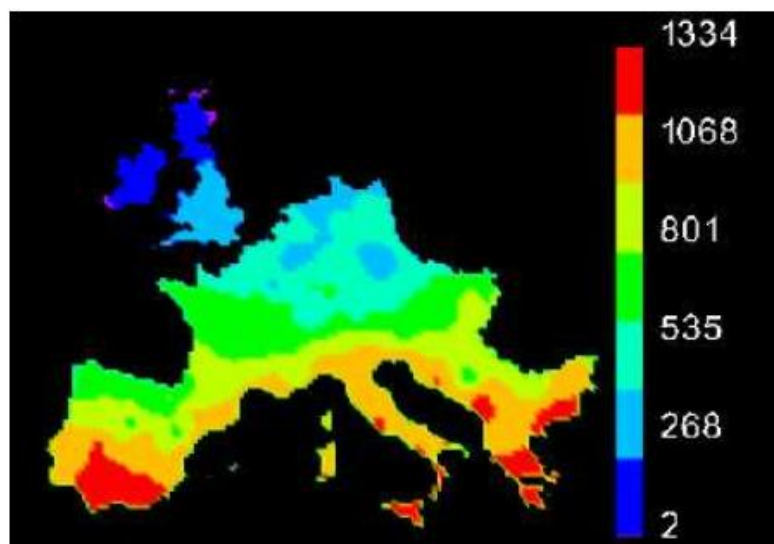


Figura 15. Grados de verano días.  
Fuente. Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.



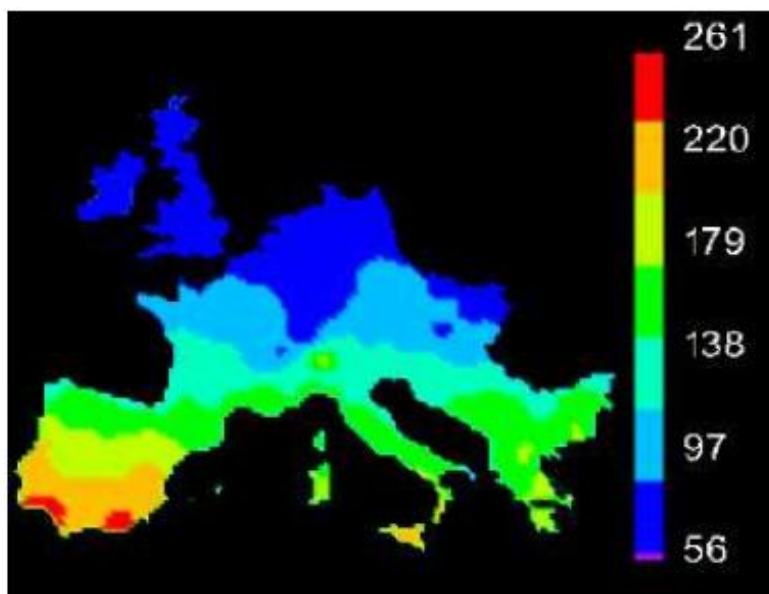


Figura 16. Radiación en invierno.  
Fuente. Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.

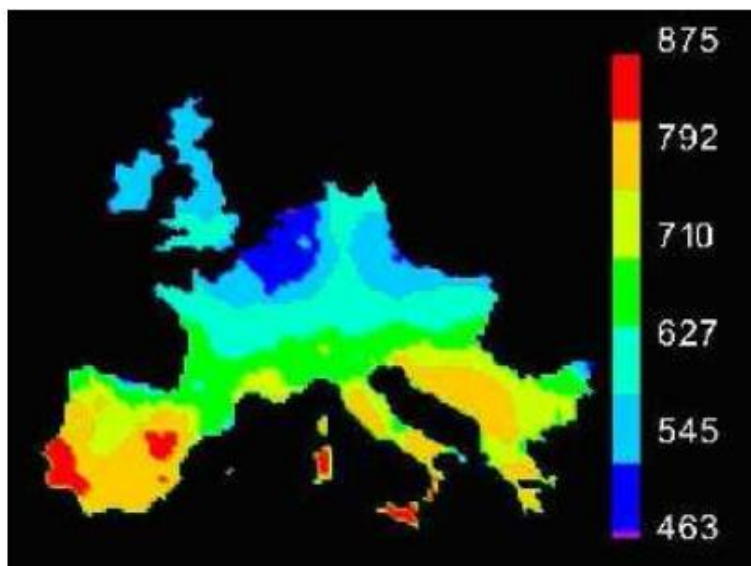


Figura 17. Radiación en verano.  
Fuente. Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.



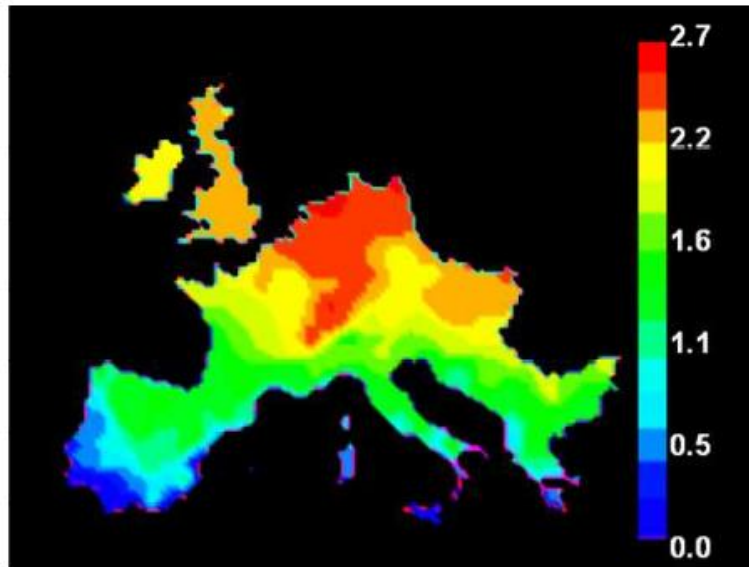


Figura 18. Índice de Severidad climática en invierno (WCS).  
Fuente. Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.

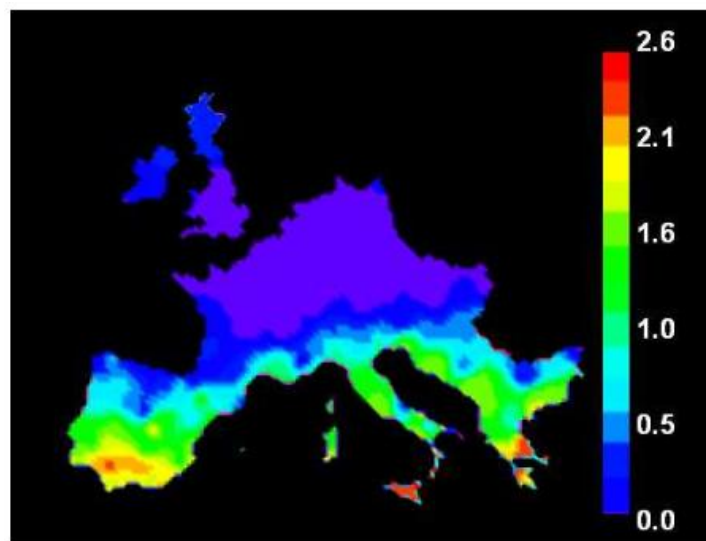


Figura 19. Índice de Severidad climática en verano (SCS).  
Fuente. Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.

El impacto del clima sobre las demandas de calefacción y refrigeración expresado a través de los grados-día, como se ha visto en la figura 15 no tiene en cuenta ni la influencia de la radiación solar ni las características térmicas del edificio en cuestión.

El índice de severidad climática (CSI) se desarrolló inicialmente para permitir una caracterización climática en relación con un edificio cuyas características térmicas son conocidas. El CSI (un único número en una escala adimensional) es específico de cada



edificio en cada localidad y considera los efectos simultáneos de la temperatura y la radiación solar. El CSI se calcula separadamente para representar condiciones de invierno y condiciones de verano.

Dos condiciones climáticas de invierno serán iguales si la demanda de calefacción de un determinado edificio en las dos condiciones citadas resulta ser la misma. Se verifica para este caso que ambas condiciones climáticas tienen la misma severidad climática de invierno (WCS). La misma definición es válida para verano y, en este caso se utiliza el término severidad climática de verano (SCS). Es obviamente posible que localidades con diferentes valores de temperaturas exteriores y radiaciones tengan la misma o parecida severidad climática.

También es posible que haya localidades con la misma severidad climática de invierno y diferente severidad climática de verano. Esto puede verse por ejemplo si comparamos Brighton, UK y Milán, Italia sobre la Tabla 4.

Localidad	Severidad climática en invierno (WCS)	Severidad climática en invierno (SCS)
Alemania (Dresden)	3.31	0.00
Alemania (Braunschweig)	2.56	0.05
Alemania (Freiburg)	2.14	0.10
Reino Unido (Brighton)	1.83	0.01
Reino Unido (Glasgow)	2.59	0.00
Reino Unido (Londres)	2.22	0.01
Reino Unido (Newcastle)	2.59	0.00
Reino Unido (Nottingham)	2.36	0.00
Francia (Agen)	1.44	0.19
Francia (Cassanonne)	1.24	0.37
Italia (Milán)	1.81	0.46
Italia (Roma)	0.83	1.19
Italia (Trapani)	0.32	1.87
Portugal (Lisboa)	0.37	1.05
España (Sevilla)	0.32	2.56
España (Madrid)	1.00	1.00
España (Granada)	0.81	1.11
España (Burgos)	1.96	0.05

Tabla 4. Índices de severidad climática en localidades europeas  
Fuente. Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.

El control energético eficiente en una vivienda pasiva puede adaptarse a todos los climas.



Como generalmente hace más calor en el sur, el aislamiento debe estar bien realizado pero no necesariamente tan voluminoso como en el norte. Tampoco se requiere triple acristalamiento en la mayoría de los casos. No obstante, la vivienda debe ser estanca y compacta para no ofrecer al sol superficies muy grandes. Tanto para calefacción como para refrigeración, la energía necesaria por una Casa Pasiva puede ser reducida con un buen diseño y componentes pasivos. El resto puede ser proporcionado con fuentes de energía renovables.

Como ha demostrado Wolfgang Schnierders del Passivhaus Institut, en su estudio "Passive Houses in South West Europe": en Madrid, Sevilla y Oporto la demanda de calefacción durante los meses de invierno es más alta que la demanda de refrigeración durante el verano (Figura 5.7). En este estudio se justifica que es necesario protegerse con aislamiento térmico no solamente del frío, sino también del calor, especialmente en los elementos constructivos más expuestos al sol durante el verano.

La necesidad de estudios específicos de clima por localidad es vital, los datos climáticos son variables y la radiación solar por día/hora es una de las inconstantes a tomar mayor en cuenta para la definición del edificio (Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos, 2005).

La principal diferencia es la necesidad de orientar las ventanas hacia el ecuador. Además, dependiendo de la latitud y el clima. (Passivhaus Institute, 1996).

En la figura 20 se muestra un mapa indicativo mundial señalando las zonas del Hemisferio Norte, Hemisferio Sur y el Ecuador.

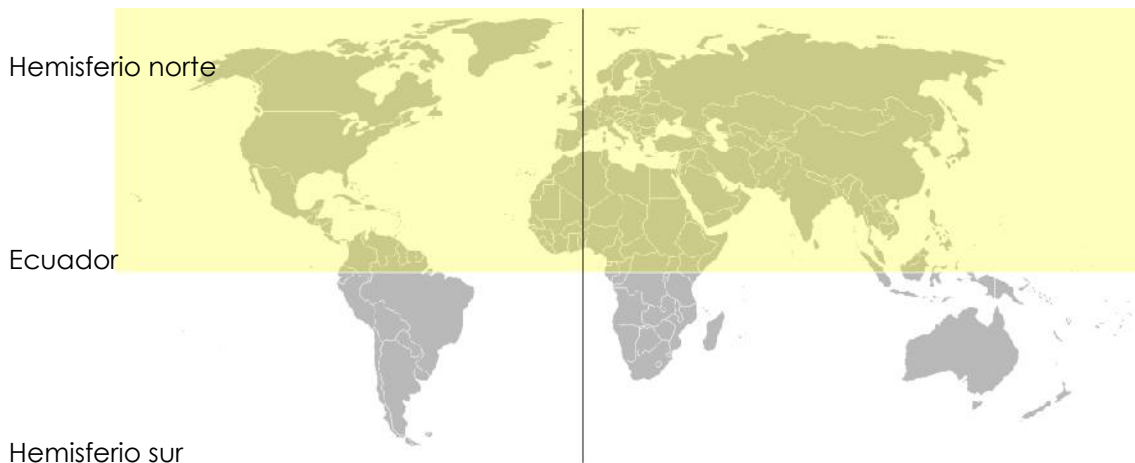


Figura 20. Mapa indicativo del Hemisferio norte, sur y del Ecuador.  
Fuente: [www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es), accesible 8-Septiembre-2013.





## 2.6 Clima Mediterráneo

Tanto el océano Atlántico como el mar Mediterráneo tienen un enorme impacto en el clima. Elevan las temperaturas mínimas y estabilizan las oscilaciones a corto plazo. En la costa las temperaturas suelen ser más estables que en el interior, pero también hay más precipitaciones.

En el área mediterránea, los veranos suelen ser áridos y calientes, los inviernos fríos y húmedos. Tampoco llueve tan a menudo como en el oeste europeo, menos en el período invernal con el viento del Atlántico soplando y originando lluvias frecuentemente (Multi Confort House – Isover, 2005).

Mediante las figura 21, 22 y 23 se muestran los tipos de clima en España, la insolación anual en las distintas regiones y su humedad relativa.



Figura 21. Mapa indicativo de los tipos de clima en España. Fuente: [www.ign.es](http://www.ign.es), accesible 8-Septiembre-2013.

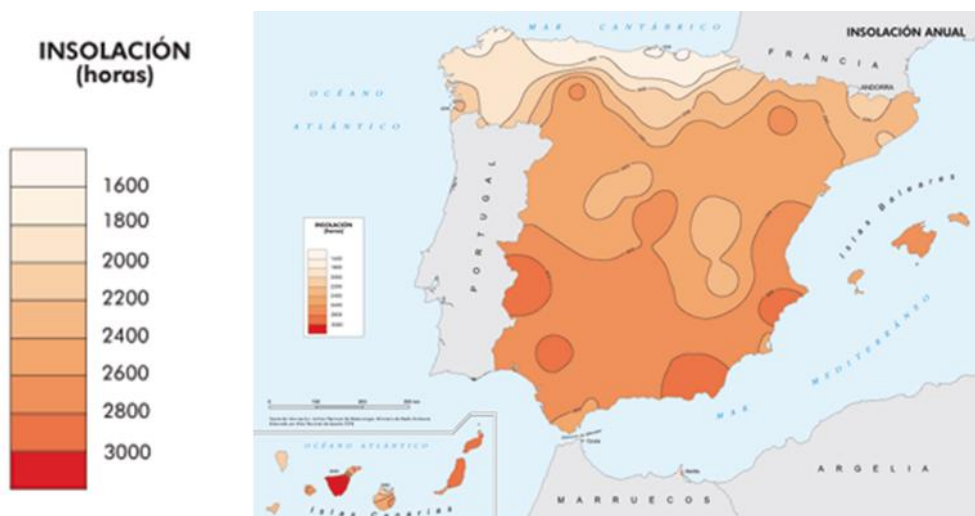


Figura 22. Mapa indicativo de la insolación anual en las distintas regiones españolas. Fuente: [www.ign.es](http://www.ign.es), accesible 8-Septiembre-2013.



En las tablas 5 y 6 se muestran los valores de la humedad relativa de las distintas regiones españolas, recuadrando en rojo la de Almería y el número de horas de sol y la insolación relativa.



Figura 23. Mapa indicativo de la radiación solar global anual en las distintas regiones españolas. Fuente: www.ign.es, accesible 8-Septiembre-2013.

*Régimen anual de la humedad relativa*

Estación	Altura	Humedad (%)		
		Enero	Julio	Año
La Coruña	26	79	79	79
Bilbao	45	85	82	82
Barcelona	12	68	67	69
Castellón	27	61	62	62
Alicante	81	66	61	65
<b>Almería</b>	<b>18</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>73</b>
Huelva	26	75	53	65
Zamora	649	85	58	72
Burgos	929	89	59	72
Madrid	667	77	42	62
Cáceres	459	77	33	57
Albacete	680	82	47	66
Zaragoza	250	73	50	61

Tabla 5. Régimen anual de la humedad relativa de las distintas regiones españolas. Fuente: Instituto Nacional de M., 2009.

*Número medio de horas de sol e insolación relativa*

Estación	Diciembre		Julio		Año	
	Horas	%	Horas	%	Horas	%
La Coruña	84	80	265	57	2.047	46
Gijón	71	26	202	43	1.637	37
Bilbao	67	24	197	42	1.647	37
San Fernando	184	61	378	85	3.233	73
Málaga	174	58	369	83	3.023	68
Barcelona	132	46	313	68	2.477	56
Valencia	142	49	329	73	2.630	59
<b>Almería</b>	<b>172</b>	<b>57</b>	<b>363</b>	<b>82</b>	<b>3.052</b>	<b>69</b>
Zamora	90	32	388	85	2.730	61
Madrid-Retiro	141	49	382	84	2.723	61
Albacete-Los Llanos	140	48	367	81	2.769	62
Pamplona	66	24	303	65	2.047	46
Zaragoza	124	44	362	79	2.724	61
Palma de Mallorca	141	48	356	79	2.803	63
Santa Cruz de Tenerife	171	53	340	80	2.897	65
Izaña	217	68	376	88	3.397	76
Las Palmas-Pto. La Luz	141	44	181	43	2.678	60

Tabla 6. Número medio de horas de sol e insolación relativa de las distintas regiones españolas. Fuente: Instituto Nacional de M., 2009.





## 2.7 Clima en Almería

La provincia de Almería presenta un clima mediterráneo subdesértico, cálido y seco, con veranos calurosos e inviernos templados. El hecho distintivo aquí es la escasez de precipitaciones, que hace de esta zona el área más seca de toda Europa. En el conjunto del área las lluvias son inferiores a 200mm y en algunos puntos cercanos a Cabo de Gata ni siquiera se alcanzan los 150mms. Estas escasas precipitaciones se producen, además, en un número muy reducido de episodios de lluvias muy intensas, lo que les otorga una fuerte torrencialidad y acentúa la aridez de la zona, lo que también contribuye a la elevada evapotranspiración que se produce como consecuencia de las altas temperaturas y de la insolación.

Presenta una insolación muy elevada sobrepasándose incluso las 3000 horas de sol anuales en la costa Almeriense y una recepción de radiación solar que supera los 5kw/h/m<sup>2</sup> (M<sup>a</sup> Fernanda Pita López, 2001).

Según la tabla 7 del apéndice C del CTE, se obtiene la zona climática de Almería en función de la diferencia de altura que existe entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia (CTE-HE1, 2009).

En la tabla 7 se muestra la tabla D.1 del CTE-HE1, que indica el tipo de clima en Almería (A4).

En la figura 24 se muestran las precipitaciones y temperaturas mensuales de Almería.

**Tabla D.1.- Zonas climáticas**

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
<b>Almería</b>	<b>A4</b>	<b>0</b>	<b>B3</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C1</b>	<b>D1</b>
Avila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1

Tabla 7. CTE-HE1. Tabla D1 – Zonas Climáticas.

Fuente: CTE-HE1, 2009.

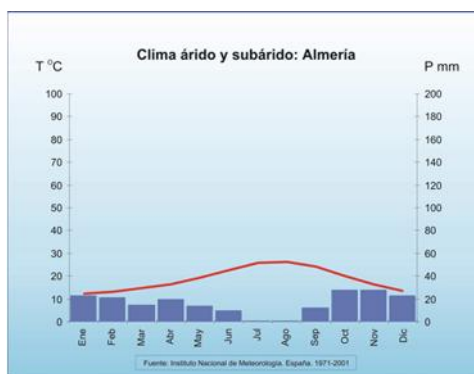


Figura 24. Precipitaciones y temperaturas mensuales de Almería.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología. 2002.



En la tabla 8, se muestran los datos estacionales en cuanto a clima de la provincia de Almería.

Provincia	Estación		Indicativo				
Alicante	Alicante (Ciudad Jardín)		8025				
<b>UBICACIÓN: CENTRO CIUDAD</b>			<b>Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO</b>				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
82	38°22'00"	00°29'40"W	87.600 (1998-2007)	(4) 14.600 (1998-2007)			
<b>CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)</b>							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
-2,2	3,2	4,4	12,8	78	29,2		
<b>CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)</b>							
TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
38,2	32,4	22,8	31,2	22,8	30,2	23,1	11,8
<b>CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)</b>							
TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)		
25,9	30,3	25,1	29,6	24,6	29,1		
<b>VALORES MEDIOS MENSUALES</b>							
Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	11,1	13,8	135	276	1		
Febrero	11,9	14,5	103	230	2		
Marzo	14,4	16,5	64	182	7		
Abril	16,4	18,4	28	120	11		
Mayo	19,6	21,3	5	55	42		
Junio	23,7	25,6	0	7	120		
Julio	25,7	27,3	0	1	177		
Agosto	26,1	27,8	0	1	188		
Septiembre	23,7	25,8	0	7	117		
Octubre	19,9	22,4	5	51	47		
Noviembre	14,7	17,3	55	165	6		
Diciembre	12,0	14,5	110	250	1		

Rosa de los vientos: velocidad media 2,33 m/s

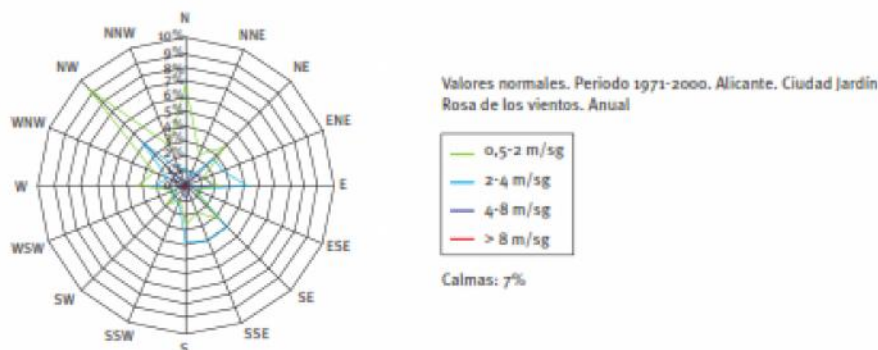


Tabla 8. Datos estacionales de la provincia de Almería.  
Fuente: IDAE y col. Guía Técnica, condiciones climáticas exteriores de proyecto, 2010.



En la tabla 9 se muestran los valores climáticos de la provincia de Almería y en la figura 25 la irradiación directa, difusa y normal en Almería.

**Valores climatológicos normales. Almería Aeropuerto**

Periodo: 1971-2000 - **Altitud (m):** 21  
**Latitud:** 36° 50' 47" N - **Longitud:** 2° 21' 25" O - **Posición:** Ver localización

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	12.5	16.9	8.2	23	69	3	0	0	1	0	7	191
Febrero	13.2	17.7	8.8	21	68	3	0	0	1	0	6	191
Marzo	14.7	19.2	10.1	15	66	3	0	0	2	0	6	228
Abril	16.4	21.0	11.9	20	64	3	0	1	1	0	6	250
Mayo	19.1	23.6	14.6	14	66	2	0	1	1	0	6	299
Junio	22.7	27.3	18.2	10	64	1	0	1	1	0	12	322
Julio	25.7	30.3	21.1	1	63	0	0	0	0	0	18	338
Agosto	26.4	30.7	22.0	1	65	0	0	1	0	0	14	312
Septiembre	24.0	28.3	19.6	12	66	1	0	1	0	0	10	257
Octubre	20.0	24.3	15.7	28	68	3	0	1	1	0	5	221
Noviembre	16.2	20.4	12.0	28	70	3	0	1	1	0	6	187
Diciembre	13.7	17.9	9.4	23	70	3	0	0	1	0	6	176
Año	18.7	23.1	14.3	196	66	26	0	8	10	0	106	2965

**Leyenda**

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

Tabla 9. Valores climatológicos normales. Almería aeropuerto.  
 Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. AEMET, 2013.

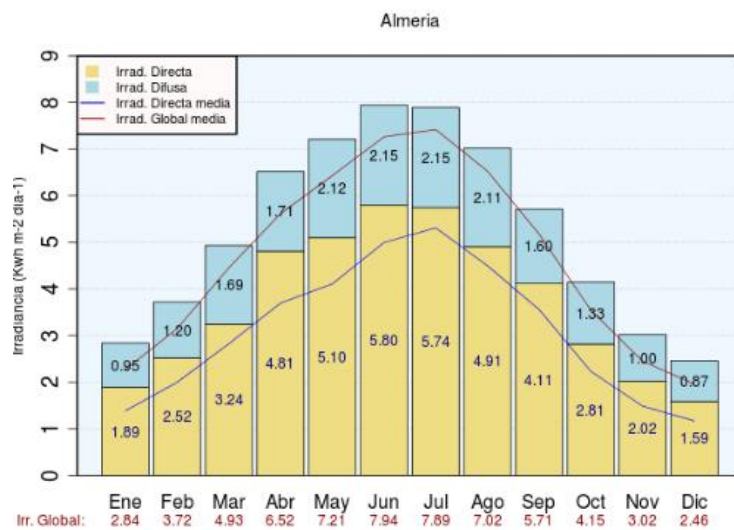


Figura 25. Irradiación directa, difusa, global de Almería.  
 Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, 2005.



## 2.8 Situación del inmueble objeto de proyecto.

Concebida para ser una vivienda unifamiliar aislada con un consumo energético casi nulo, la vivienda objeto del presente proyecto, se encontrará ubicada en la provincia de Almería con unas coordenadas de 36,84 de latitud y 23,00 de altitud, en las proximidades de su capital.

En la figura 26, se presenta un mapa de situación de la provincia de Almería, donde la vivienda propuesta quedará ubicada.

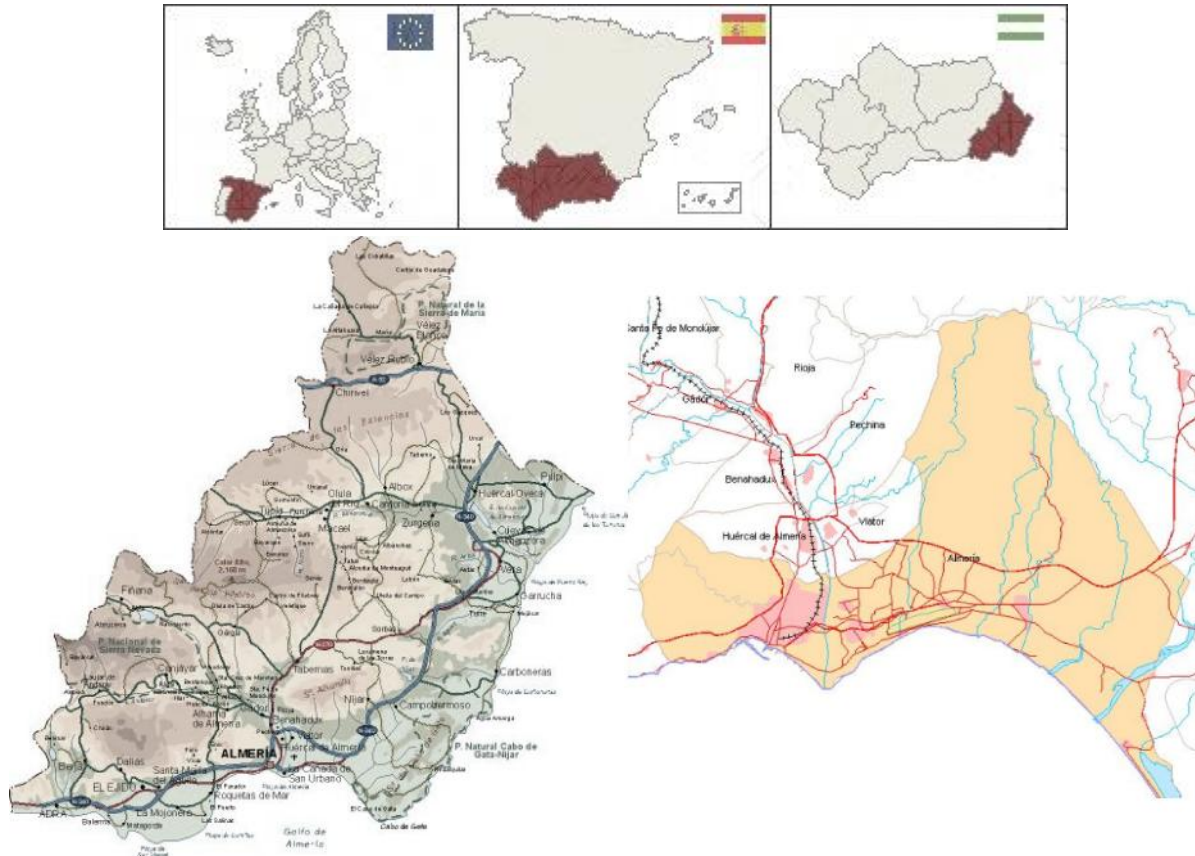


Figura 26. Mapa de situación de Almería, donde se ubicará el inmueble objeto.  
Fuente: [www.netmaps.net](http://www.netmaps.net), y oficina virtual del catastro.

La parcela se situará en suelo urbano directo, no contribuyendo esto en gran medida para su finalidad, por ser una vivienda aislada en la que las viviendas colindantes serían de igual características y las distancias entre diferentes inmuebles no estarían lo suficientemente cercanas como para proporcionar sombras.

Presentará una forma rectangular, con una topografía relativamente horizontal y sin desniveles previos.

El solar estará dotado de los servicios urbanísticos de agua potable, energía eléctrica, red de alcantarillado, pavimentación, aceras y alumbrado público.

En la figura 27 se muestra el modo de introducción de la ubicación del inmueble en Cype.





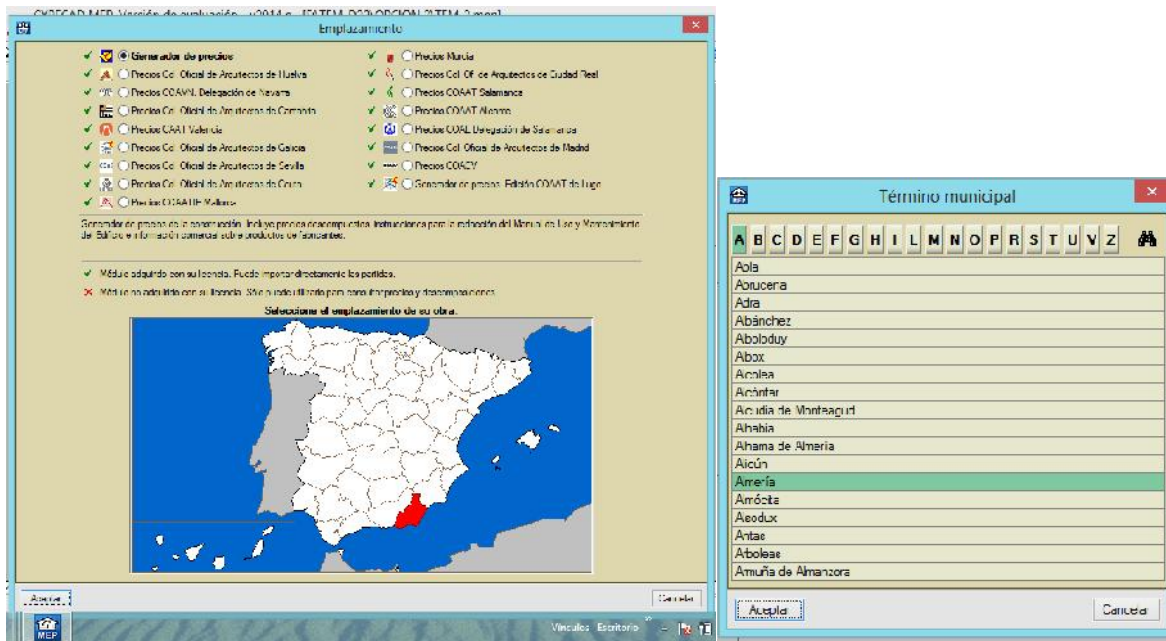


Figura 27. Introducción de la ubicación del inmueble en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

## 2.9 Descripción del inmueble y parcela. Situación .

Se tratará de una vivienda unifamiliar aislada formada por dos plantas, planta baja y planta alta.

La planta baja estará compuesta por un vestíbulo, un salón comedor, un aseo, una cocina y una escalera que da acceso a la planta alta de esta misma vivienda, representadas en el plano de distribución de inmueble en planta baja representada en la figura 31.

En planta alta se situarán dos dormitorios individuales, un dormitorio principal, un despacho, dos baños, un distribuidor y la escalera de acceso a planta baja, representadas en el plano de distribución de inmueble en planta alta en la figura 32.

El inmueble se ubicará en la provincia de Almería (zona climática A4, según CTE), sobre de una parcela ajardinada con coordenadas geográficas 36,84 de altitud y 23,00 de latitud.

El solar presenta unas dimensiones de 15,50 x 24,00 m y una superficie total de 372,00 m<sup>2</sup>, dispondrá de una piscina y tres porches que darán acceso a la entrada de la misma, representada mediante la figura 34.

La zona ajardinada y la piscina se encuentran a nivel de rasante ( $\pm 0,00$  m), los tres porches y la planta baja del inmueble a  $\pm 0,10$  m y la planta alta a  $\pm 2,80$  m sobre la misma.



## 2.10 Metodología para la introducción de datos de la descripción del inmueble.

Se creará un proyecto nuevo, asignándole nombre al proyecto, se describirá la obra y se indicará que se ubica en Almería. Mediante las figuras siguientes (38, 39, 40 y 41) representamos algunas ilustraciones del modo de introducción de datos del inmueble a Cype: plantillas de planos, tipo de edificio, unidades de uso, número de plantas, altura entre plantas...



Figura 28. Definición del tipo de edificio en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.



Figura 29. Definición de las unidades de uso del inmueble objeto en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

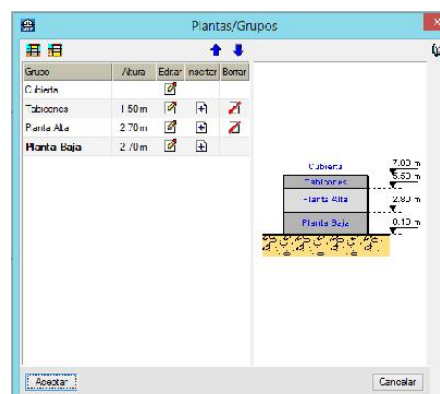


Figura 30. Definición de las plantas que forman el inmueble objeto en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.



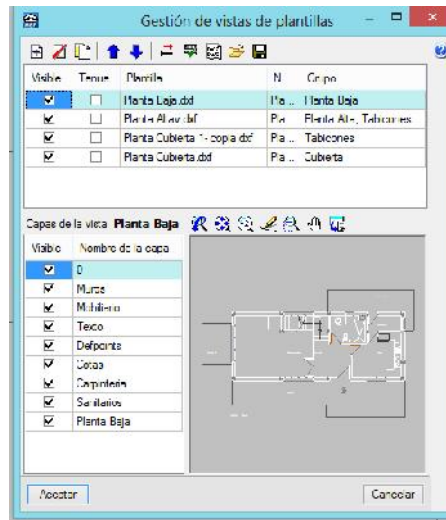


Figura 31. Introducción de plantillas elaboradas con Autocad del inmueble objeto en Cype..  
Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se definirá la estructura del inmueble, el tipo de hormigón según su exposición de ubicación y clima:

- **Clase general de exposición (Art. 8.2 EHE-08)**

### 8.2 Bases de cálculo orientadas a la durabilidad

“Antes de comenzar el proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que defina la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural.

Para conseguir una durabilidad adecuada, se deberá establecer en el proyecto, y en función del tipo de ambiente”. (EHE-08, 2008)

#### 8.2.1 Definición del tipo de ambiente

“El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de:

- una de las clases generales de exposición frente a la corrosión de las armaduras, de acuerdo con 8.2.2.

- las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso, de entre las definidas en 8.2.3.” (EHE-08, 2008).



8.2.2 Clases generales de exposición ambiental en relación con la corrosión de armaduras

“Todo elemento estructural está sometido a una única clase o subclase general de exposición, se incluyen en la Tabla 8.2.2.” (EHE-08, 2008), en la tabla 12 del presente proyecto.

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN					
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
no agresiva		I	ninguno	- interiores de edificios, no sometidos a condensaciones - elementos de hormigón en masa	- interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	- interiores sometidos a humedades altas o a condensaciones - exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - elementos enterrados o sumergidos.	cimentaciones elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	IIb	corrosión de origen diferente de los cloruros	- exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	construcciones exteriores protegidas de la lluvia
marina	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar - estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	edificaciones en las proximidades de la costa puentes en las proximidades de la costa
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral
	en zona de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	- elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	- instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino - superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.	Piscinas estaciones de tratamiento de agua.

Tabla 10. Clases generales de exposición de las armaduras Tabla. 8.2.2. EHE-08.

Fuente: EHE, 2008





Según tabla 10 y considerando que el inmueble objeto se ubique próximo a menos de 5km de la línea de costa escogeremos un Hormigón clase IIIa.

▪ **Clase específica de exposición (Art. 8.2 EHE-08)**

8.2.3 Clases específicas de exposición ambiental en relación con otros procesos de degradación, distintos de la corrosión.

“Se establecen otra serie de clases específicas de exposición que están relacionadas con otros procesos de deterioro del hormigón distintos de la corrosión de las armaduras (tabla 8.2.3.a). “ (EHE-08, 2008)

Según esta tabla y las consideraciones efectuadas para el inmueble objeto no supondremos ninguna clase específica de exposición.

Se considerará una resistencia del hormigón de 30 N/mm<sup>2</sup>, un tamaño máximo del árido de Ø20 y una consistencia blanda.

▪ Losa de cimentación:

Canto: 0,30 cm.

Cuantía: 0,85 kg/m<sup>2</sup>.

Convencional, desde camión.

El encofrado será metálico recuperable.

Una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor, desde camión, con una tamaño máximo de árido de Ø20 mm y consistencia blanda.

▪ Forjados:

Forjado unidireccional con una altura entre plantas menor de 3 m, tipo de forjado con semivigueta pretensada simple, con bovedilla de poliestileno expandido con dimensiones (60x50x25), canto del forjado de 25 + 5=30, con molde de polientileno para cornisa, vigas planas. Tipo de acero B400S con cuantía de 11kg/m<sup>2</sup>. Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 400 T 6x 2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión, las vigas serán planas y los forjados serán soportados por pilares de hormigón armado de 30 x 30 cm.





### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. Resultados y discusión.

Tras el estudio y la revisión bibliográfica se obtienen los principios básicos para el diseño y dimensionado de una vivienda ubicada en la provincia de Almería, provincia con un clima mediterráneo semidesértico, que consiga reunir los objetivos buscados, una vivienda pasiva de consumo energético casi nulo. Obtenemos los siguientes resultados.

#### 3.1 Diseño y dimensiones del inmueble.

Como se ha mencionado en el apartado 2.9 sobre la descripción del inmueble e tratará de una vivienda unifamiliar aislada formada por dos plantas.

La superficie construida total del inmueble será de 158,84 m<sup>2</sup> y la útil de 126,84 m<sup>2</sup>, esta superficie quedará dividirá en:

- Planta baja con una superficie construida de 79,52 m<sup>2</sup> y la útil de 68,62 m<sup>2</sup>. Las superficies de los recintos de planta baja serán:

Salón-comedor, superficie útil de 13,19 m<sup>2</sup>.

Cocina, superficie útil de 13,46 m<sup>2</sup>.

Vestíbulo, superficie útil de 8,86 m<sup>2</sup>.

Lavadero, superficie útil de 3,59 m<sup>2</sup>.

Aseo, superficie útil de 6,02 m<sup>2</sup>.

Escalera, superficie útil de 6,50 m<sup>2</sup>.

- Planta alta con una superficie construida de 79,52 y la útil de 59,41 m<sup>2</sup>. Las superficies de los recintos de planta alta serán:

Dormitorio 1, superficie útil de 11,10 m<sup>2</sup>.

Dormitorio 2, superficie útil de 13,52 m<sup>2</sup>.

Dormitorio 3, superficie útil de 9,47 m<sup>2</sup>.

Despacho, superficie útil de 6,86 m<sup>2</sup>.

Baño 1, superficie útil de 4,92 m<sup>2</sup>.

Baño 2, superficie útil de 4,88 m<sup>2</sup>.

Distribuidor, superficie útil de 8,46 m<sup>2</sup>.

Las superficies del inmueble se pueden observar en las tablas 9, 10 y 11 de superficies del inmueble.

La zona ajardinada y la piscina se encontrarán a nivel de rasante ( $\pm 0,00$  m), los tres porches y la planta baja del inmueble a  $\pm 0,10$ m y la planta alta a  $\pm 2,80$ m sobre la misma.

La vivienda dispondrá de una cubierta inclinada a una cota de  $\pm 5,50$ m. Las distintas alturas de plantas y cubierta quedan representadas en la figura 30 de la sección longitudinal A-A' del inmueble.

La vivienda dispone de cuatro fachadas, la fachada principal que estará orientada hacia el sur, la fachada norte, la este y la oeste, tal y como se representa en las figuras 28 y 29.



Las dimensiones del inmueble se pueden observar en las figuras 35, 36 y 37, mediante los planos de cotas de planta baja, alta y planta cubierta del inmueble.

➤ **Alzados de fachada Norte y Sur del inmueble propuesto**



Figura 32. Alzados Norte y Sur del inmueble objeto de proyecto.  
Fuente: Diseño propio.

➤ **Alzados de fachada Este y Oeste del inmueble propuesto:**

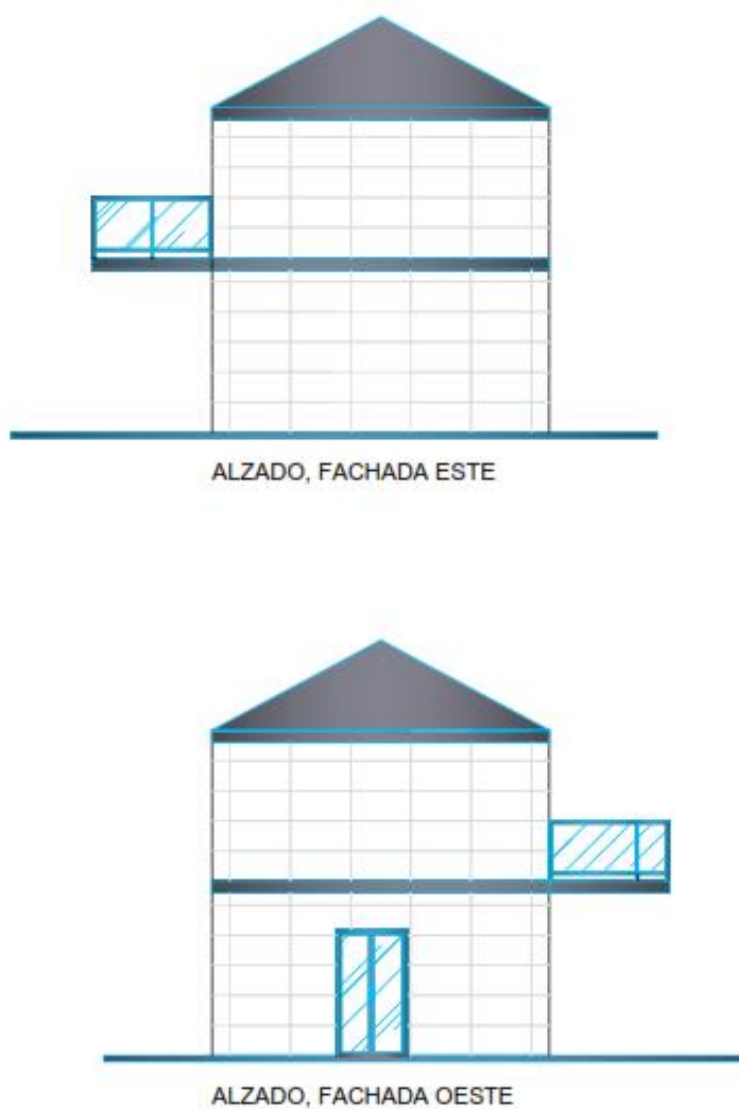


Figura 33. Alzados Norte y Sur del inmueble objeto de proyecto.  
Fuente: Diseño propio.

➤ **Sección longitudinal A-A' del inmueble propuesto:**

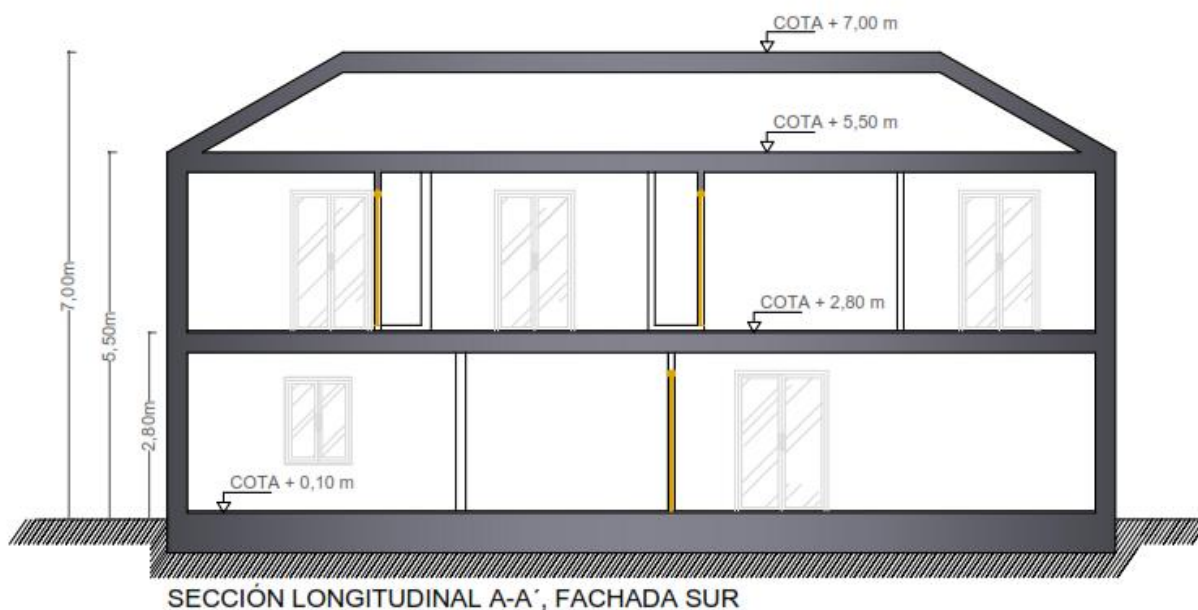


Figura 34. Sección longitudinal A-A' del inmueble.  
Fuente: Diseño propio.



➤ **Plano de distribución en planta y cuadros de superficies de planta baja:**

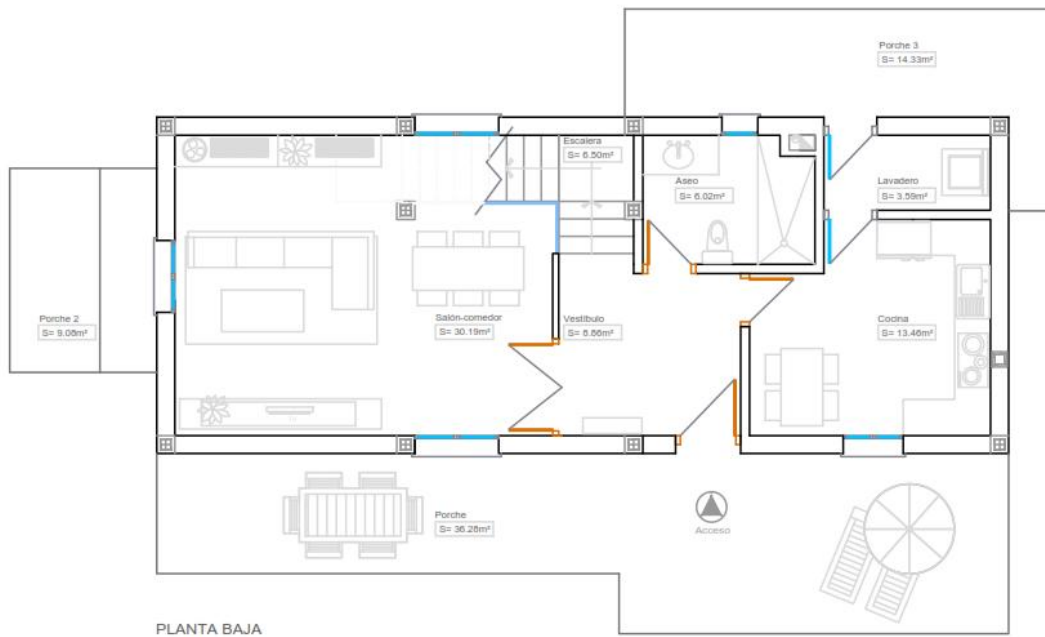


Figura 35. Plano de distribución de la planta baja del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.

CUADRO DE SUPERFICIES, PLANTA BAJA		
	UTILES	CONSTRUIDAS
PLANTA BAJA		
VESTÍBULO	S= 8.86m2	
SALÓN-COMEDOR	S= 30.19m2	
COCINA	S= 13.46m2	
LAVADERO	S= 3.59m2	
ESCALERA	S= 6.50m2	
ASEO	S= 6.02m2	
PORCHE 1	S= 36.28m2	
PORCHE 2	S= 9.08m2	
PORCHE 3	S= 14.33m2	
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>	<b>S= 68.62m2</b>	<b>S= 79.52m2</b>

Tabla 11. Cuadro de superficies de la planta baja. Fuente: Diseño propio.





➤ **Plano de distribución en planta y cuadros de superficies de planta alta:**

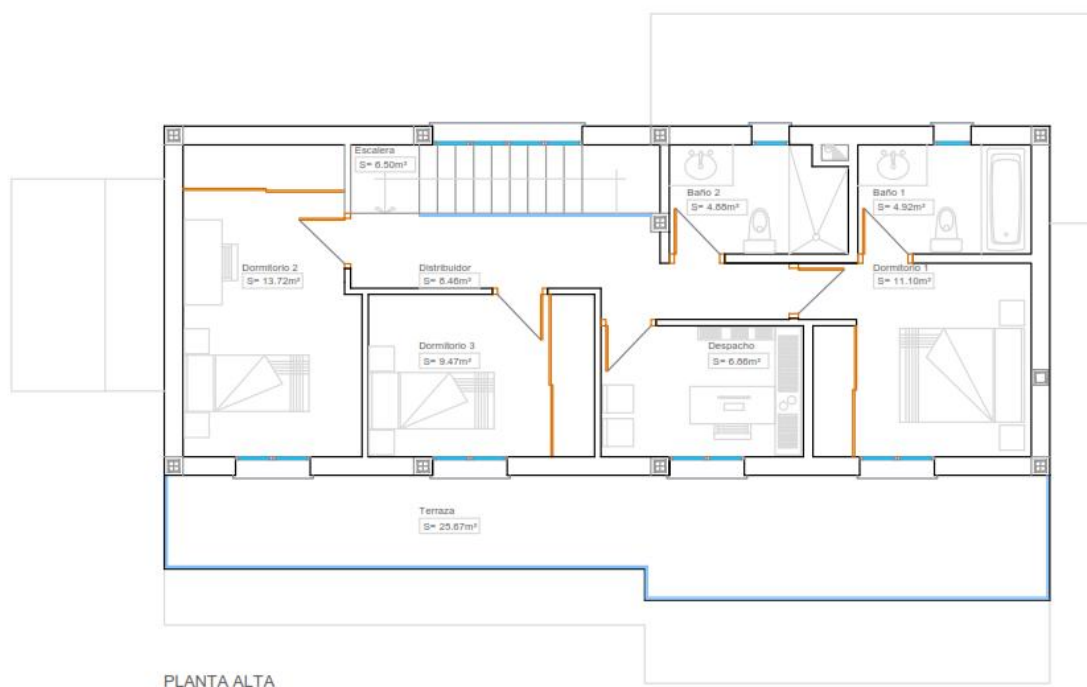


Figura 36. Plano de distribución de la planta alta del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.

PLANTA ALTA		
DISTRIBUIDOR	S=	8.46m2
DORMITORIO 1	S=	11.10m2
DORMITORIO 2	S=	13.72m2
DORMITORIO 3	S=	9.47m2
DESPACHO	S=	6.86m2
BAÑO 1	S=	4.92m2
BAÑO 2	S=	4.88m2
TERRAZA	S=	25.67m2
TOTAL PLANTA ALTA	S=	59.41m2
		S= 79.52m2

Tabla 12. Cuadro de superficies de la planta alta.  
Fuente: Diseño propio.



➤ **Plano en planta de planta cubierta y plano en planta baja con parcela:**

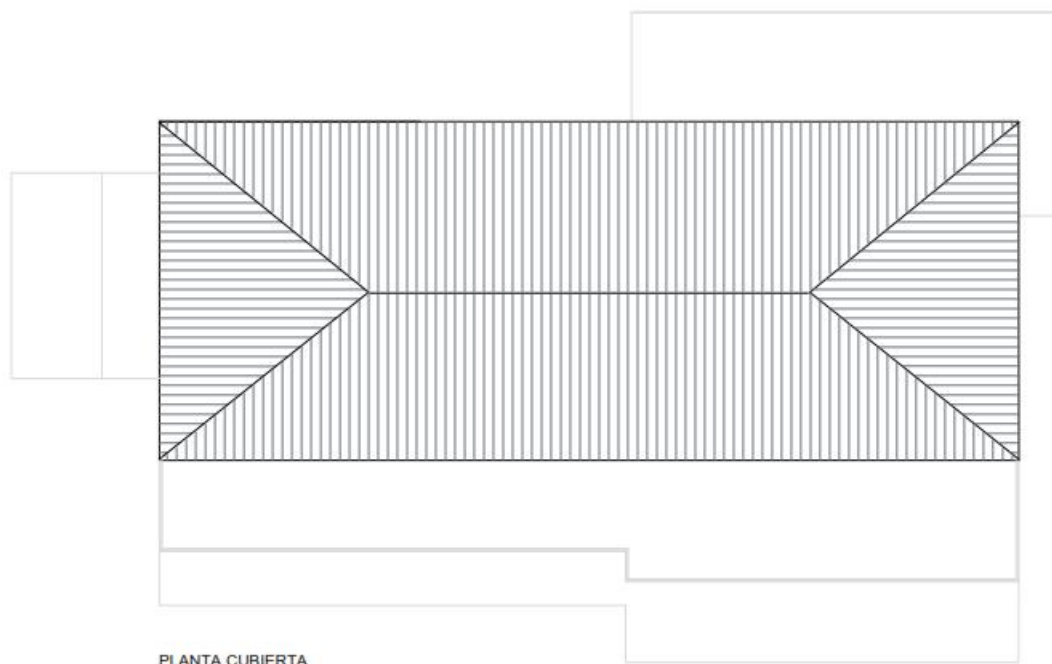


Figura 37. Plano de distribución de la planta de cubierta del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.

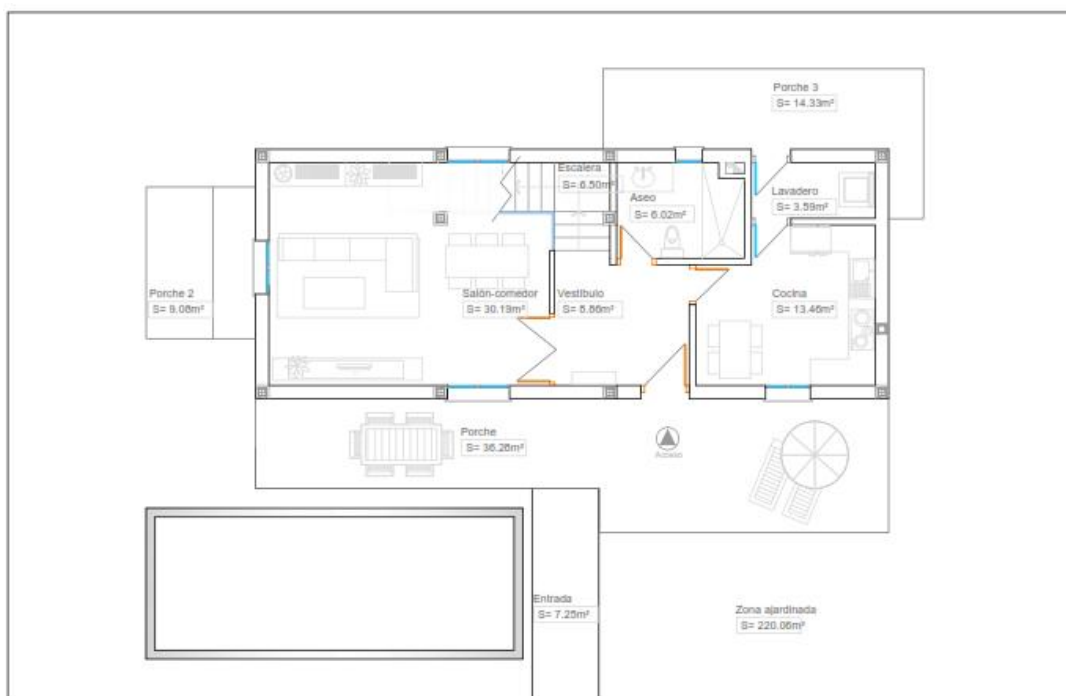


Figura 38. Plano de distribución de la planta de baja del inmueble con su parcela.  
Fuente: Diseño propio.



➤ **Cuadro de superficies total:**

CUADRO DE SUPERFICIES, PLANTAS		
	UTILES	CONSTRUIDAS
PLANTA BAJA		
VESTÍBULO	S= 8.86m <sup>2</sup>	
SALÓN-COMEDOR	S= 30.19m <sup>2</sup>	
COCINA	S= 13.46m <sup>2</sup>	
LAVADERO	S= 3.59m <sup>2</sup>	
ESCALERA	S= 6.50m <sup>2</sup>	
ASEO	S= 6.02m <sup>2</sup>	
PORCHE 1	S= 36.28m <sup>2</sup>	
PORCHE 2	S= 9.08m <sup>2</sup>	
PORCHE 3	S= 14.33m <sup>2</sup>	
ENTRADA	S= 7.25m <sup>2</sup>	
Z. AJARDINADA	S= 228.06m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>	<b>S= 68.62m<sup>2</sup></b>	<b>S= 79.52m<sup>2</sup></b>
PLANTA ALTA		
DISTRIBUIDOR	S= 8.46m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 1	S= 11.10m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 2	S= 13.72m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 3	S= 9.47m <sup>2</sup>	
DESPACHO	S= 6.86m <sup>2</sup>	
BAÑO 1	S= 4.92m <sup>2</sup>	
BAÑO 2	S= 4.88m <sup>2</sup>	
TERRAZA	S= 25.67m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL PLANTA ALTA</b>	<b>S= 59.41m<sup>2</sup></b>	<b>S= 79.52m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL VIVIENDA</b>	<b>S= 126.84m<sup>2</sup></b>	<b>S= 158.84m<sup>2</sup></b>

Tabla 13. Plano acotado de la planta de cubierta del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.



➤ **Planos en planta Acotados de planta baja y planta alta:**

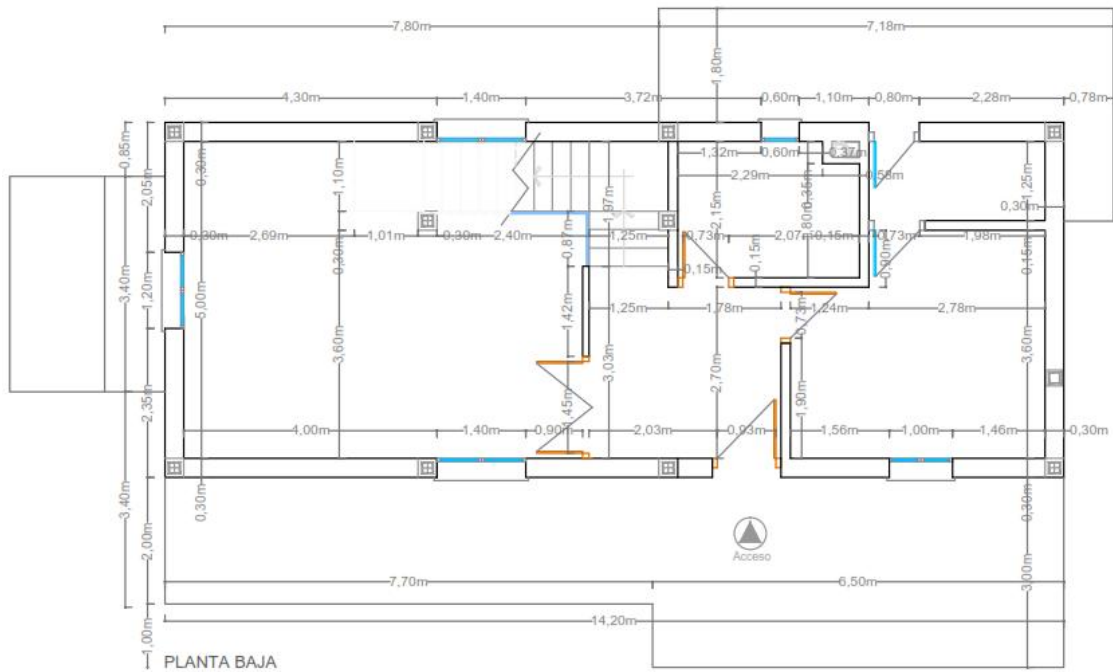


Figura 39. Plano acotado de la planta baja del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.

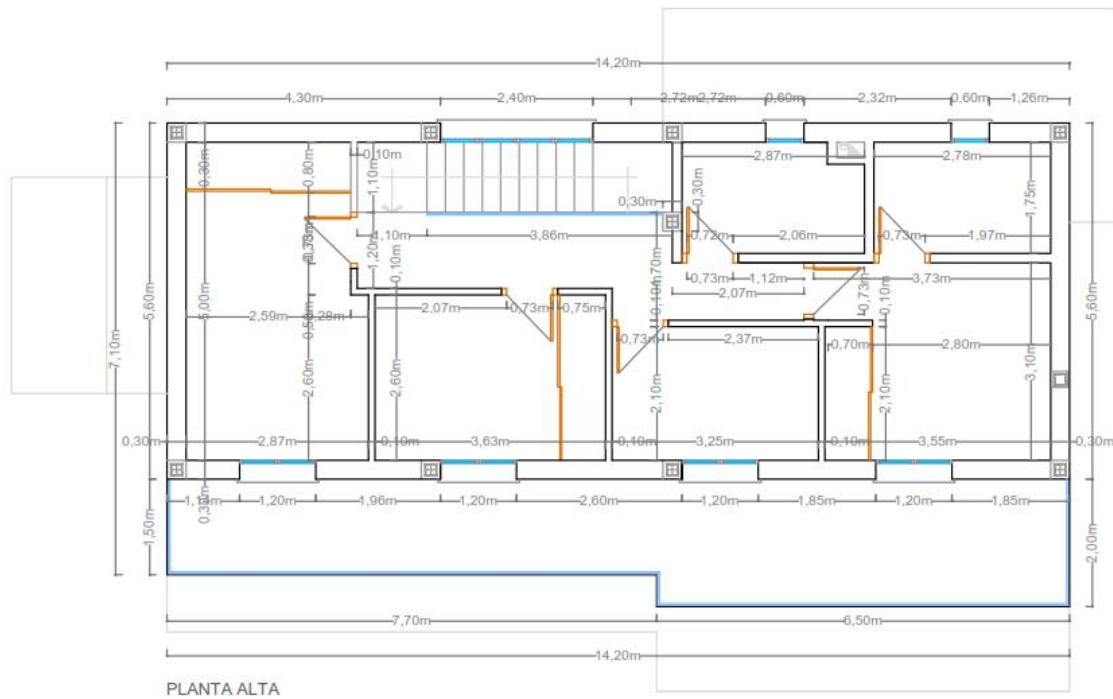


Figura 40. Plano acotado de la planta alta del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.



➤ **Plano en planta Acotado de planta cubierta:**

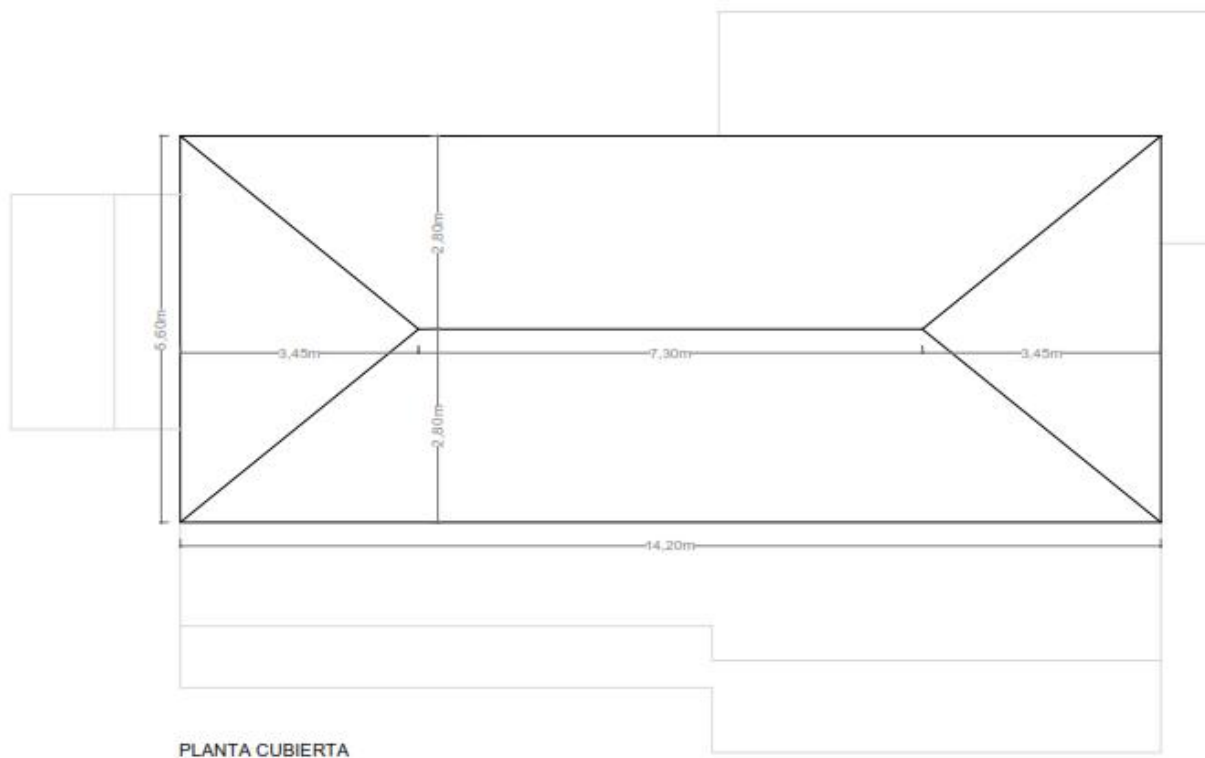


Figura 41. Plano acotado de la planta de cubierta del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.



## 3.2 Orientación del inmueble objeto.

### 3.2.1 Bases conceptuales de la orientación y consideración de las sombras en una vivienda Passivhaus.

Este es el primer criterio a tener en cuenta y en función de esta información se determina el diseño básico a ejecutar.

El uso pasivo de la energía solar es muy importante en el factor de diseño Passivhaus, si se puede elegir, la orientación sur (hacia el ecuador), es la mejor de las orientaciones. Esto permite que el edificio obtenga el máximo beneficio de las ganancias solares útiles.

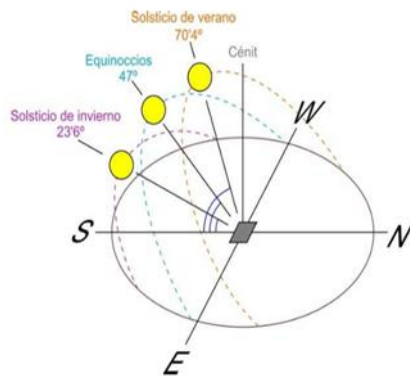
La consideración de las sombras se debe de tener en cuenta y en función de esta información, se determina el diseño básico a ejecutar (Figura 43).

En verano nos interesará la sombra y en invierno el sol y en función de esos ángulos podremos determinar los aleros, huecos, posicionamiento de las placas solares, etc.

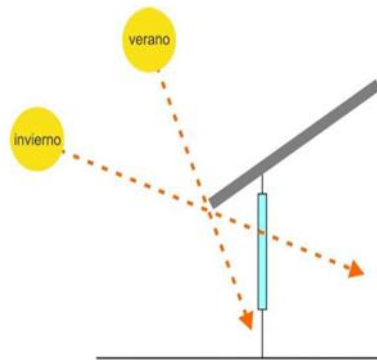
En definitiva, el aprovechamiento óptimo de la principal fuente de energía, el Sol.

Existen en el mercado muchos programas para el cálculo del aporte energético del Sol. De esta manera es sencillo calcular las pérdidas por sombra, orientación e inclinación.

Por ejemplo, el software CHEQ4, es una herramienta que permite validar el cumplimiento de la contribución solar mínima exigida en la sección HE-4 del código técnico de la edificación, introduciendo la localidad nos proporcionará la zona climática en la que se ubica nuestra vivienda y la latitud del sol, aunque esto también podríamos obtenerlo de la HE-4 (IDAE, 2011).



Figuras 42. Trayectoria del sol según la época del año.  
Fuente: [www.oocities.org](http://www.oocities.org)



Figuras 43. Orientación solar.  
Fuente: [www.oocities.org](http://www.oocities.org)





Figura 44. Consideraciones de ubicación en una vivienda pasiva.  
Fuent. Elisa Cisneros y col., 2011.

En el sol se produce una reacción termo – nuclear de fusión con emisión de energía radiante en todas las direcciones del espacio. Esta energía se propaga a la velocidad de 300.000 Km/s y está constituida por radiación electromagnética de diversa longitud de onda.

Distinguiremos los siguientes términos:

- Radiación directa: Es la que llega procedente directamente del sol
- Radiación difusa: Es la que llega desde el cielo a todas direcciones, excepto la directa del sol.
- Radiación global: Es la suma de las dos anteriores.

El componente radiación directa origina ganancia de calor en el espacio acondicionado sólo cuando la ventana es atravesada por los rayos solares, mientras que el componente de radiación difusa origina ganancia de calor cualquiera que sea la posición de la ventana en relación con el sol.

Es importante tomar en cuenta la radiación solar directa, la radiación difusa, la porción de calor absorbido por el vidrio que penetra en el ambiente y la cantidad de calor que se transmite a través del vidrio debido a la diferencia de temperaturas existentes entre el exterior y el interior del mismo; este último se puede calcular simplemente multiplicando la superficie del vidrio por su coeficiente global de transmisión y por la diferencia de temperaturas entre aire interior y aire exterior.

Cabe señalar que los valores de la radiación solar para altitudes Sur, y para los meses de Diciembre y Enero, deben aumentarse en un 7% como coeficiente de corrección, para el cálculo (Elisa María Cisneros y col., 2011).





### **3.2.2 Resultado del diseño propuesto en relación con la orientación y las sombras.**

El inmueble objeto de proyecto, será orientado hacia el sur, hacia el ecuador. Con ello proporcionaremos a nuestra vivienda, la energía solar suficiente para su iluminación y confort tanto en invierno como en verano.

No obstante, los huecos estarán protegidos con sistemas de protección solar evitando que se sobrecaliente en las horas de mayor radiación solar (explicados más detalladamente en el apartado 3.9 sobre sistemas de protección solar).

Almería es la provincia española con mayor horas de sol al año, hacer uso de ello en la orientación y arquitectura de la vivienda objeto, proporcionará a ésta de un confort térmico ideal. Sin embargo, también debemos de tener en cuenta la necesidad de la protección solar en las estaciones de calor.

En la figura 45 queda representado el inmueble objeto en planta y su orientación.

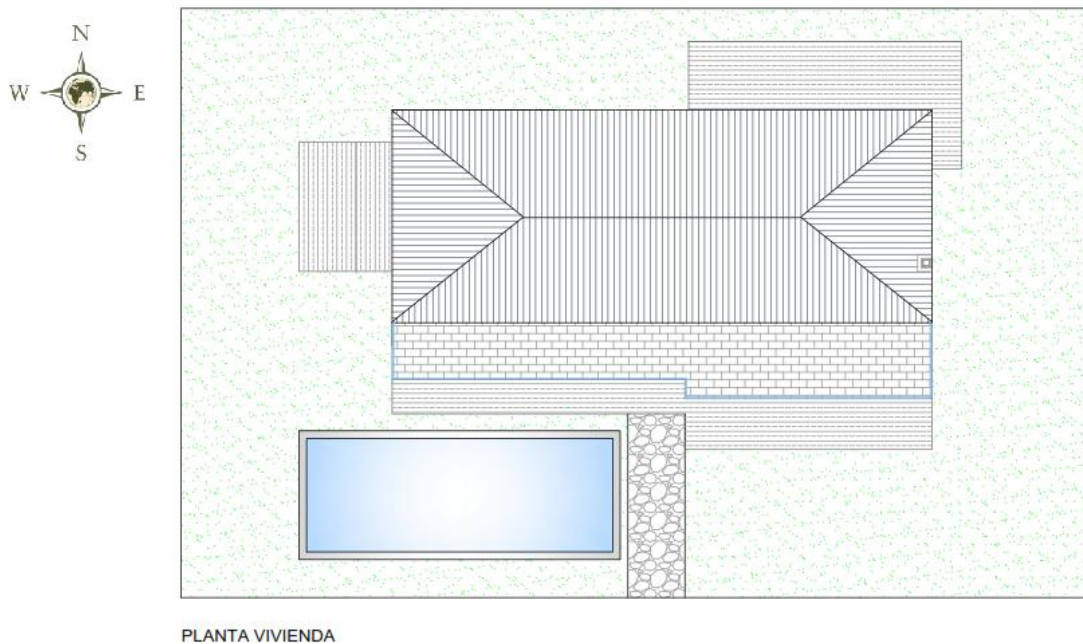


Figura 45. Plano en planta y orientación del inmueble objeto.  
Fuente: Diseño propio.



### 3.3 Forma y dimensionamiento del inmueble objeto.

#### 3.3.1 Bases conceptuales de la forma y dimensionamiento de una vivienda Passivhaus.

Se puede describir la compacidad de una edificación con el factor de forma según (Bustamante, 2009). Cada una de las partes que sobresalen del edificio, aumentan la demanda y los costes de energía. En lo que se refiere a la geometría del edificio es muy positivo que la relación entre la superficie y el volumen sea favorable. Cuanto menor sea la superficie de la envolvente del edificio, menor será la pérdida de energía y el coste de construcción. Esto no significa que la casa tenga que ser un cubo, pero si se le añaden otros elementos se tienen que calcular y aislar por separado (Elisa María Cisneros, 2011).

Una variante útil es la relación A/V conocida como el "Factor de forma", ésta variable describe la relación entre el área de superficie externa expuesta ( $A=Se$ ) y el volumen de la vivienda (V). Esto permite comparaciones útiles de la eficiencia de la forma del edificio con respecto a la utilidad de la superficie. Lograr una pérdida de calor Factor de Forma de  $\leq 3$  es una guía de punto de referencia útil para diseño de pequeños edificios Passivhaus (Passivhaus Institute, 1996).

En la tabla 14 los tres casos tienen una superficie útil de  $100 \text{ m}^2$  y un volumen de  $250 \text{ m}^3$ . La primera forma, es un cubo con una planta cuadrada y de dos pisos, la segunda, igualmente tiene una planta cuadrada pero de un piso. La tercera forma, representa una geometría irregular en forma de U de un piso (Tobías Hatt, 2012).

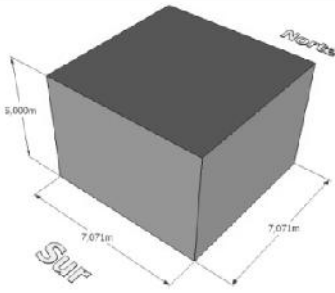
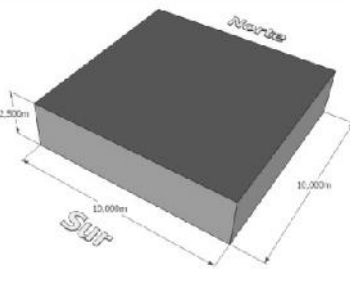
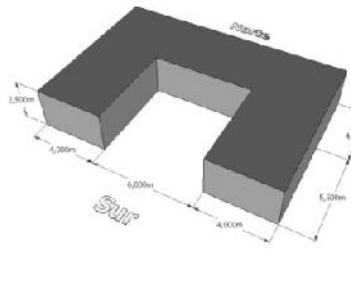
2 Pisos forma Cubo	1 Pisos forma Cuboide	1 Piso forma U
Factor forma $Se/V=0.97$	Factor forma $Se/V=1.2$	Factor forma $Se/V=1.36$
		

Tabla 14. Distintas formas de casas aisladas con sus factores forma.  
Fuente: Tobías Hatt. El estándar Passivhaus en el centro-sur de Chile. Chile, 2012.

Las figuras 46, 47, 48 y 49 ilustran los efectos del diseño de formas más complejas que resultan en un área de superficie mayor para la misma superficie útil. Este cambio en la relación A/V supondría un incremento adicional del aislamiento necesario para mantener la misma demanda de calefacción.

Además de aumentar el aislamiento requerido para lograr el mismo calor global Parámetro Loss (HLP), un edificio con una forma más compleja es probable que tenga una mayor proporción de puentes térmicos y el aumento sombra-factores que tendrán



incrementará el balance de energía anual. Todas las formas de la Figura 46, 47, 48 y 49 son capaces de alcanzar el estándar Passivhaus pero es probable que en las viviendas de formas más complejas, puedan necesitar un incremento de aislamiento (Passivhaus Institute, 1996).

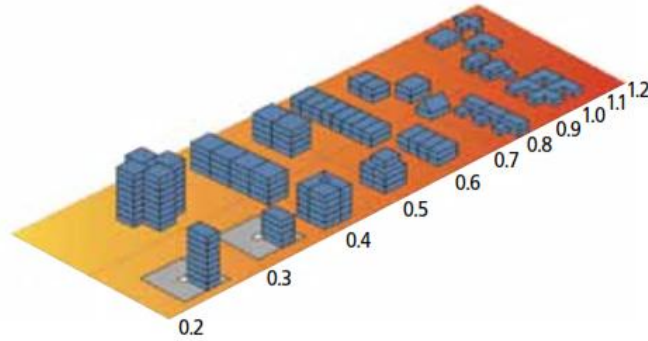


Figura 46. Relación Factor de forma (A/V).

Fuente: Passivhaus Institute. Passivhaus Primer – Designer's Guide. Alemania, 1996.



Figura 47 y 48. 10% y 20% mayor área de superficie.

Fuente: Passivhaus Institute. Passivhaus Primer – Designer's Guide. Alemania, 1996.

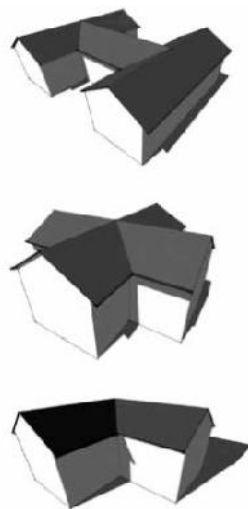


Figura 49. Formas.

Fuente: Passivhaus Institute. Passivhaus Primer – Designer's Guide. Alemania, 1996.



### **3.3.2 Resultados del diseño propuesto en relación con la forma y dimensionamiento del inmueble. Factor de forma.**

Describiremos la compacidad del inmueble objeto en función de su factor de forma. La vivienda propuesta consta de dos plantas habitables y presenta una geometría rectangular compacta, no presentando partes salientes en el edificio con el objeto de facilitar la eficiencia energética.

Se ha optado por una vivienda de forma simple y sin mucha envergadura para conseguir de una manera más sencilla la finalidad del proyecto.

Se ha tenido en cuenta el factor de no presentar una envolvente con una superficie en demasía con el objetivo de que su pérdida de energía sea menor y presente un menor coste de construcción.

Comprobaremos la relación  $A/V$  conocida como el "Factor de forma", ésta variable describe la relación entre el área de superficie externa útil expuesta ( $A=Se$ ) y el volumen de la vivienda ( $V$ ). Permitiendo comparaciones útiles de la eficiencia de la forma del inmueble con respecto a la utilidad de su superficie. Lograr una pérdida de calor Factor de Forma de  $\leq 3$ , es el objetivo (Passivhaus Institute, 1996).

El inmueble propuesto presenta una superficie de envolvente útil expuesta de  $372,88 \text{ m}^2$  y un volumen calculado de  $429,41 \text{ m}^3$ , luego la relación entre ambos, resultaría un factor de forma de  $0.87$ , por tanto el factor de forma de la vivienda objeto es  $0.87 \leq 3$ , con esto podemos afirmar que el inmueble objeto cumple con el factor de forma, la relación entre la superficie y el volumen de éste es favorable.

En la figura 50 se puede observar las dimensiones y forma de la envolvente útil del inmueble.



Figura 50. Forma de la envolvente útil del inmueble objeto.  
Fuente: Elaboración propia.



### 3.4 La envolvente opaca del inmueble objeto.

#### 3.4.1 Bases conceptuales de la envolvente opaca en el estándar Passivhaus.

Uno de los objetivos del estándar Passivhaus es conseguir que la vivienda funcione de forma pasiva, conservando el calor o el frío, para ello se vale del aislante térmico.

La envolvente térmica de la vivienda se debe diseñar y ejecutar de forma precisa. Tanto en aislamiento como en estanqueidad, debe de ser continua.

El estándar Passivhaus no exige un espesor de aislamiento, sino que limita las demandas de calefacción, refrigeración, energía primaria y estanqueidad.

Según el Passive House Institute, en España se recomienda un valor de transmitancia (U) de 0,3 W/m<sup>2</sup>K para alcanzar la relación óptima de eficiencia (Passive House Institute, 1996).

La tabla 15 siguiente muestra el grosor que debería tener un material para cumplir la transmitancia de 0,3 W/m<sup>2</sup>K.

MATERIAL	TRANSMITANCIA TÉRMICA (W/mK)	ESPESOR NECESARIO PARA ALCANZAR 0,3 W/m <sup>2</sup> K (m)
Hormigón	2,3	7,30
Tabique macizo	0,80	2,50
Tabique aligerado	0,40	1,25
Madera conífera	0,13	0,40
Paja	0,055	0,18
Aislamiento estándar	0,040	0,13
Aislamiento mejorado	0,025	0,08

Tabla 15. Comparación de espesores necesarios de materiales.  
Fuente: Guía del Estandar Passivhaus.

En España las pérdidas durante la época fría no son tan importantes como en el centro de Europa, pero aun así habrá que considerar el ahorro energético que supone construir según el estándar Passivhaus en época estival.

Prácticamente todos los métodos de construcción pueden ser utilizados con éxito para el diseño Passivhaus. Fábrica de ladrillo, madera, elementos prefabricados, encofrados de hormigón con aislamiento, de acero, paja paca y muchas construcciones han sido utilizadas con éxito en edificios Passivhaus.

El aislamiento exterior es ampliamente utilizado en Passivhaus. La figura 51 muestra una variedad de construcciones de pared capaces de alcanzar un valor de  $U \leq 0,15 \text{ W / m}^2 \text{ K}$  con menos de 450 mm de espesor (Passivhaus Institute, 1996).



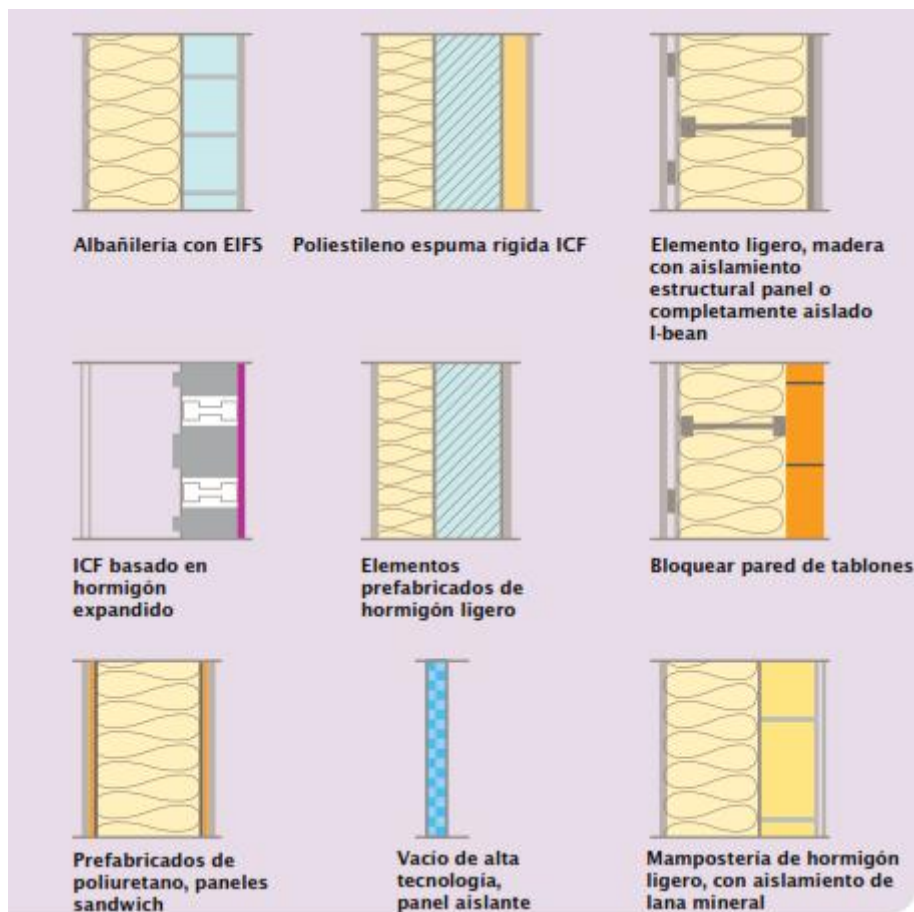


Figura 51. Comparación de espesores necesarios de materiales.  
Fuente: Passivhaus Institute. Passivhaus Primer – Designer's Guide. Alemania, 1996.

El programa "Passive-On" estudió para un clima mediterráneo los mejores grosores de aislamiento térmico. Se simuló el comportamiento térmico para una vivienda entre medianeras con construcción convencional de obra cerámica, con ventilación mecánica y recuperación de calor.

Se hizo este estudio para tres ciudades italianas: Milán, Roma y Palermo. Para el caso de España, estas tres ciudades corresponden aproximadamente a nivel climático con Girona (=Milán), Barcelona (Roma) y Murcia (Palermo). Para el clima de Milán se optimizó un aislamiento de 25 cm tanto para los cerramientos verticales como para la cubierta y las soleras. Lo mismo para un clima como Roma tendría 15 cm para la cubierta, 10 cm para los cerramientos verticales y 1 cm para los cimientos. Para Palermo, se puede optimizar hasta 5 cm para paredes y cubierta, sin tener que poner aislamiento térmico en los cimientos.

En función del clima se puede optimizar el grosor del aislamiento térmico hasta encontrar el punto de inflexión, donde el aumento de grosor es muy poco relevante para la mejora de la eficiencia energética (Passive-On Project, clima cálido, 2005).





Entre los productos aislantes que existen en el mercado, se debe destacar los productos derivados de la madera por tratarse de elementos 100% naturales que en su composición son los más idóneos.

Las propiedades destacables son:

- Protección contra el frío.
- Protección contra el calor.
- Protección contra el ruido.
- Protección contra el fuego.
- Capacidad de difusión.

La tabla 16 muestra los resultados de un estudio con sensores de alta precisión de temperatura en la superficie y exterior de una pared formada por un buen aislamiento. La estructura portante de la pared consiste en 175 mm de espesor de mampostería de ladrillos y 275 mm de aislamiento térmico aplicado por fuera. Los resultados son estos:

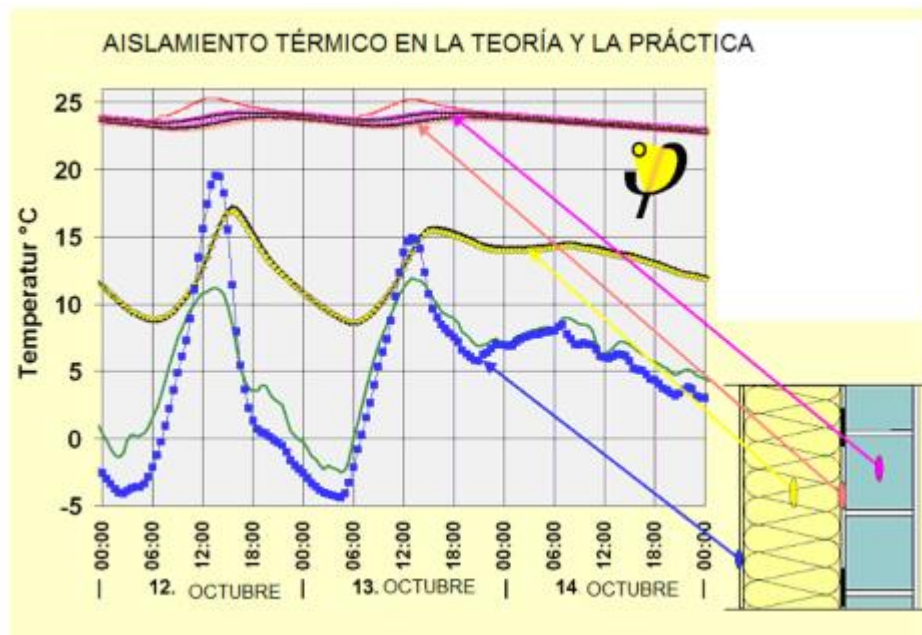


Tabla 16. Estudio de temperatura en una pared de vivienda pasiva.  
Fuente. Passivhaus House Institute, 1996.

Las líneas roja y púrpura reflejan una temperatura constante interna de 23° aproximadamente entre el aislamiento y la mampostería. La capa de aislamiento oscila entre los 10 a 15°C (línea verde) y la temperatura exterior de -5 a 10°C (línea azul).

Es significativo el comportamiento del aislante térmico al mantener las condiciones de confort adecuadas dentro de la edificación (Passive House Institute, 1996).

La permeabilidad al aire del edificio de forma incontrolada a través de huecos debe ser menor que 0,6 del volumen total de la casa por horas durante una prueba con una presión negativa / exceso de presión de 50 Pascal (Passive House Institute, 1996).





Todos los componentes de construcción opacas de la envolvente exterior de la casa son tan bien aislados que tendrán un coeficiente de transferencia de calor (valor U) de 0,15 W /m<sup>2</sup>K en la mayor parte, es decir, un máximo de 0,15 vatios por grado se pierden de diferencia de temperatura, y por metro cuadrado de superficie exterior (Passive House Institute, 1996).

### **3.4.2 Resultado del diseño propuesto en relación con la envolvente opaca del inmueble objeto.**

A continuación se describirán los elementos constructivos que formarán el inmueble objeto para llegar a los objetivos buscados en el presente proyecto.

#### ➤ **Fachadas.**

##### ▪ **Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada:**

Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada de 5 cm de espesor, compuesta de:

- Revestimiento interior. Aplacado con baldosa de gres porcelánico, de gran formato, "KERABEN SYSTEMS", acabado Blanco, de 100x50x 1,3 cm, colocada mediante el sistema de Fachada Aplacada.
- Hoja principal. Hoja de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.
- Aislante térmico. Aislamiento térmico formado por espuma rígida de poliuretano proyectado de 80 mm de espesor mínimo.
- Hoja interior. Hoja de 4 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco sencillo, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.
- Revestimiento base interior. Guarnecido de yeso de construcción B1 maestreado, y acabado de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6 en dormitorios, vestíbulo, distribuidor, escalera y salón-comedor.
- Revestimiento base interior: Guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista en baños, aseo, lavadero y cocina.
- Acabado interior. Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado en dormitorios, vestíbulo, distribuidor, escalera y salón-comedor.
- Acabado interior. Alicatado con gres esmaltado, 1/0/-/-, 31,6x59,2 cm, colocado mediante adhesivo cementoso normal, C1, gris, con doble encolado en baños, aseo, lavadero y cocina.



Listado de capas:

1 - Aplacado con baldosas de gres porcelánico, de gran formato serie Piedra, modelo Transit "KerabenSystems"	1,3 cm
2 - Adhesivo cementoso	2 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
4 - Poliuretano proyectado	8 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	5 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	4 cm
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1,5 cm
8 - Pintura plástica	---

Espesor total: 32,8 cm

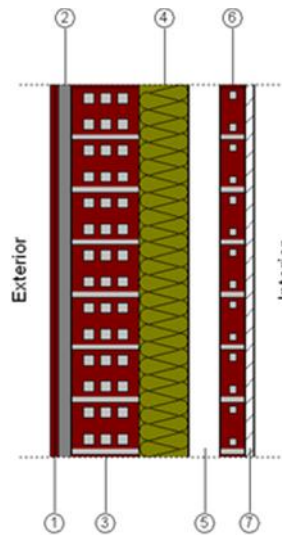


Figura 52. Fachada del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 0,29 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C).

Protección frente al ruido

Masa superficial: 231,75 kg/m<sup>2</sup>

Masa superficial del elemento base: 228,95 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 55,4(-1; -3) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R2+B1+C1+J2



Listado de capas:

1 - Aplacado con baldosas de gres porcelánico, de gran formato, serie Piedra, modelo Transit "Keraben Systems"	1,3 cm
2 - Adhesivo cementoso	2 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
4 - Poliuretano proyectado	8 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	5 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	4 cm
7 - Guarnecido de yeso	1,5 cm
8 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal, C1	0,5 cm
 Espesor total:	 33,3 cm

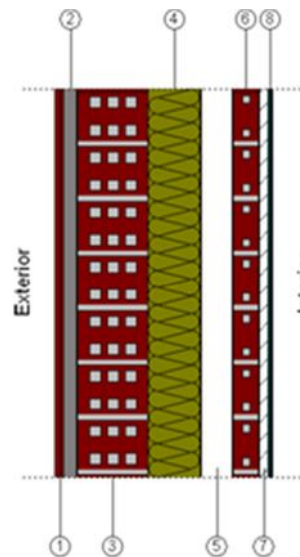


Figura 53. Fachada del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

Limitación de demanda energética  $U_m: 0,29 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

Protección frente al ruido

Masa superficial:  $243,25 \text{ kg}/\text{m}^2$

Masa superficial del elemento base:  $240,45 \text{ kg}/\text{m}^2$

Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr}): 55,4(-1; -3) \text{ dB}$

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R2+B1+C1+J2



Se ha obtenido un comportamiento óptimo del inmueble propuesto con una transmitancia en fachadas norte, este y oeste de  $0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$ , en fachada sur con  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$  y un espesor en aislamiento de 8cm.

En climas fríos Passivahus aconsejaba una transmitancia en muros de 0,1 a  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ , aislamientos con espesores de 20 a 30cm (Passivahus Institut, 1996).

En climas mediterráneos aconseja una transmitancia en fachadas hasta  $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Passivahus Institut, 1996).

Sin embargo para una vivienda ubicada en Almería la transmitancia en fachadas puede soportar  $0,33$  y  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ , y con un espesor en aislamiento de 8cm el inmueble objeto, es una vivienda de consumo energético casi nulo.

La fachada dispone de un recubrimiento de baldosa porcelánica en color claro, con el objetivo de disminuir la radiación solar, pero esto no ha podido reflejarse en los cálculos, porque los programas oficiales españoles no lo permitían.

➤ **Cubierta.**

- **Cubierta inclinada de teja cerámica, con cámara de aire ventilada, impermeabilizada mediante lámina asfáltica y aislada con espuma de poliuretano. (Forjado unidireccional)**

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por:

- Forjado unidireccional inclinado, de canto  $30 = 25+5 \text{ cm}$ .
- Semivigüeta pretensada
- Bovedilla mecanizada de poliestireno expandido,  $60 \times 50 \times 25 \text{ cm}$ .
- Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 400 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión.
- Vigas planas.
- Pilares.

Listado de capas

1 - Teja cerámica-porcelana	2 cm
2 - Espuma de poliuretano [PU]	10 cm
3 - Betún fieltro o lámina	2 cm
4 - Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]	2 cm
5 - Forjado unidireccional (Bovedilla de EPS mecanizada enrasada)	30 cm
Espesor total :	46 cm



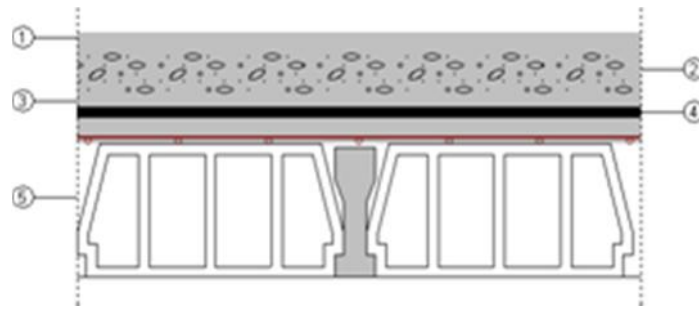


Figura 54. Forjado inclinado de cubierta del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

Limitación de demanda energética  $U_c$  refrigeración:  $0.24 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$   
 $U_c$  calefacción:  $0.25 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Protección frente al ruido Masa superficial:  $324.33 \text{ kg}/\text{m}^2$   
Masa superficial del elemento base:  $271.33 \text{ kg}/\text{m}^2$   
Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ :  
 $55.0(-1; -3) \text{ dB}$

Protección frente a la humedad Tipo de cubierta: Tablero cerámico y tabicónes aligerados sobre forjado de hormigón.  
Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado.

La cubierta será inclinada y gozará de una pendiente del 35%, se dispondrá otro forjado (pero en este caso horizontal) sobre la planta alta, de manera que exista una cámara de aire ventilada en la cubierta, haciendo este espacio muy beneficioso para evitar sobrecalentamientos en la vivienda objeto, causados por la radiación solar tal elevada en Almería, esta cámara además evitará posibles pérdidas energéticas y aumentará con todo ello la eficiencia energética del inmueble.

- **Forjado horizontal con cámara de aire ventilada, barrera de vapor, y lana mineral aislante para cubierta. (Forjado unidireccional)**

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por:

- forjado unidireccional, horizontal, de canto  $30 = 25+5 \text{ cm}$ ; semivigueta pretensada.
- Bovedilla mecanizada de poliestireno expandido,  $60 \times 50 \times 25 \text{ cm}$ .
- Malla electrosoldada ME 20x20  $\varnothing$  8-8 B 400 T 6x 2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión.
- Vigas planas.
- pilares.







En climas fríos Passivhaus aconseja una transmitancia en la envolvente de 0,1 a 0,2 W/m<sup>2</sup>K, y aislamientos con espesores de 20 a 30cm (Passivhaus Institut, 1996).

En climas mediterráneos aconseja una transmitancia de hasta 0,30 W/m<sup>2</sup>K (Passivhaus Institut, 1996).

Sin embargo para una vivienda ubicada en Almería la transmitancia en cubierta puede soportar 0,35 W/m<sup>2</sup>K y con un espesor en aislamiento de 10 + 4 cm, consiguiendo con ello que el inmueble propuesto sea de consumo energético casi nulo.

Como afirma el estándar Passivhaus la cubierta es uno de los elementos más expuestos a la radiación solar, porque ésta incide directamente sobre la cubierta. Esto la hace muy vulnerable a la hora de absorber calor y transmitirlo a la vivienda, por ello se ha propuesto una cubierta inclinada con cámara de aire aislada entre el forjado inclinado y otro adicional horizontal sobre el techo de la planta baja.

Esta cámara de aire ventilada disminuirá el calor absorbido por el forjado inclinado mediante el aislamiento de poliuretano proyectado y dicha cámara, que por ser ventilada, se producirá una entrada y salida de aire minimizando en gran medida el calor absorbido por el forjado inclinado.

Además en el forjado horizontal se ha instalado una barrera de vapor para evitar las posibles condensaciones y humedad que se pueda generar en esta cámara. Por otra parte el forjado horizontal cuenta con una capa de lana mineral interior que sirve nuevamente de aislamiento.

La cubierta dispone de un recubrimiento de teja porcelánica en color gris claro, con el objetivo de disminuir la radiación solar, no pudiendo ser valorado en los cálculos por defecto de los softwares oficiales españoles utilizados como método de cálculo.

➤ **Losa de cimentación.**

- **Solera en contacto con el terreno. Losa de cimentación - Solera seca "KNAUF". Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo**

Losa de cimentación - Solera seca "KNAUF". Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo formado por:

Revestimiento del suelo:

- Pavimento: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/-, de 40x40 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris con doble encolado, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L.
- Base de pavimentación. Solera seca F131 "KNAUF" Vidifloor formada por placas de yeso con fibra Vidifloor, de 20 mm de espesor total.



Elemento estructural:

- Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa, y acero UNE-EN 10080 B 400 S; acabado superficial liso mediante regla vibrante, con encofrado.
- Encofrado. Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, en losa de cimentación.
- Aislamiento horizontal. Aislamiento térmico horizontal formado por panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 100 mm de espesor, resistencia térmica 2,8 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor.
- Aislamiento perimetral. Aislamiento térmico vertical formado por panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 100 mm de espesor, resistencia térmica 2,8 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor.
- Hormigón de limpieza. Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, de 10 cm de espesor.

Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1 cm
2 - Solera seca placas de yeso con fibras Vidifloor F131 "KNAUF"	2 cm
3 - Barrera de vapor formada por film de polietileno	0,02 cm
4 - Capa de nivelación con granulado base PA "KNAUF"	3 cm
5 - Hormigón armado	30 cm
6 - Film de polietileno	0,02 cm
7 - Poliestireno extruido	10 cm
8 - Hormigón de limpieza	10 cm

Espesor total: 56,04 cm

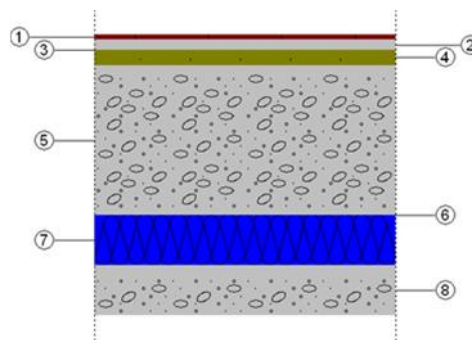


Figura 56. Losa de cimentación del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.



Limitación de demanda energética	Us: 0.15 kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C) (Para una solera con longitud característica B' =4.9 m) Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 0.5 m y resistencia térmica: 3.42 m <sup>2</sup> ·h·°C/kcal).
Detalle de cálculo (Us)	Superficie del forjado, A: 136.89 m <sup>2</sup> Perímetro del forjado, P: 55.66 m Resistencia térmica del forjado, Rf: 3.75 m <sup>2</sup> ·h·°C/kcal. Resistencia térmica del aislamiento perimetral, Rf: 3.42 m <sup>2</sup> ·h·°C/kcal Espesor del aislamiento perimetral, dn: 10.00 cm Tipo de terreno: Limo.
Protección frente al ruido	Masa superficial: 1099.18 kg/m <sup>2</sup> Masa superficial del elemento base: 850.38 kg/m <sup>2</sup> Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 69.4(-1; -7) dB Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, Ln,w: 61.5 dB

➤ **Cubierta plana transitable (terraza).**

- **Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)**

Revestimiento exterior:

Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, compuesta de:

- Formación de pendientes: arcilla expandida.
- Impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140) colocada con imprimación asfáltica, tipo EA.
- Capa separadora bajo aislamiento: geotextil de fibras de poliéster.
- Aislamiento térmico: panel rígido de poliestireno extruido, de 5 mm de espesor.
- Capa separadora bajo protección: geotextil de fibras de poliéster.
- Capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3/-/E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

Elemento estructural:

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa, Tradiplan "FYM ITALCEMENTI GROUP", y acero UNE-EN 10080 B 400 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por:



- Forjado unidireccional, horizontal, de canto 22 = 17+5 cm.
- Semivigueta pretensada.
- Bovedilla de hormigón ligero con arcilla expandida, 60x20x17 cm.
- Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 400 T 6x 2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión.
- Vigas planas.
- Pilares.

Listado de capas:

1 - Pavimento de gres rústico	1 cm
2 - Mortero de cemento	4 cm
3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
4 - Poliestireno extruido	5 cm
5 - Geotextil de poliéster	0.06 cm
6 - Impermeabilización,asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
7 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
8 - Forjado unidireccional 17+5 cm (Bovedilla de hormigón de áridos ligeros)	22 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>42.5 cm</b>

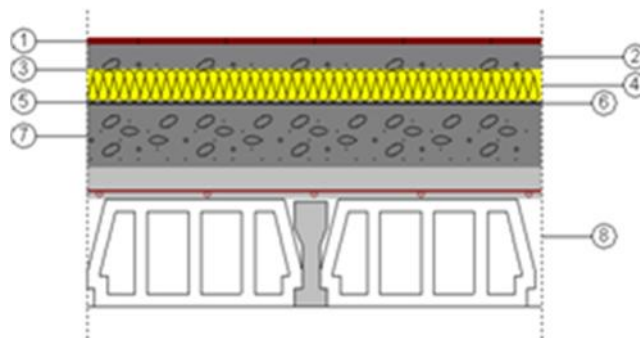


Figura 57. Forjado de terraza transitable del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

Se ha conseguido un comportamiento óptimo del inmueble propuesto con una transmitancia en losa de cimentación de  $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$  y un espesor de aislamiento de 10 cm de poliuretano extruido, no siendo necesaria la construcción de un sótano que trabaje como cámara de aire.

En climas fríos Passivhaus aconseja una transmitancia en la envolvente de 0,1 a  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ , y aislamientos con espesores de 20 a 30cm (Passivhaus Institut, 1996).

En climas mediterráneos aconseja una transmitancia de hasta  $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Passivhaus Institut, 1996).

Sin embargo para la vivienda objeto un espesor menor de 5 cm nos daba problemas térmicos por lo que se han considerado 10 cm de espesor.



También es cierto que el estándar Passivhaus aconsejaba la construcción de un sótano que hiciera de cámara de aire y con ello mejorar la eficiencia energética del inmueble, en Almería esto no hace falta, pues con tan solo 10 cm de espesor de aislamiento nos ahorramos la construcción de un sótano que puede llegar a resultar excesivamente costoso.

### Elementos constructivos interiores del inmueble.

#### Tabiquería interior.

- **Tabique de una hoja de fábrica de ladrillo cerámico revestido por una de sus lados con guarnecido y enlucido maestreado y pintado con pintura plástica (para salón, dormitorios, despacho, distribuidor, vestíbulo y escalera); por su otro lado revestido mediante capa de guarnecido a cara vista y alicatado de baldosas cerámicas (para baños, aseo, cocina y lavadero):**

Hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5., compuesta de:

Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1,5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
4 - Guarnecido de yeso	1,5 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal, C1	0,5 cm
Espesor total:	10,5 cm

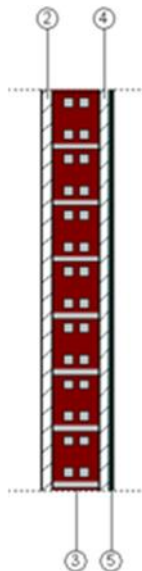


Figura 58. Partición interior del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.



Limitación de demanda energética	Um: 1,80 kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C)
Protección frente al ruido	Masa superficial: 111,10 kg/m <sup>2</sup> Caracterización acústica por ensayo, Rw(C; Ctr): 37,5(-1; -1) dB Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.
Seguridad en caso de incendio	Resistencia al fuego: Ninguna

- **Tabique de una hoja de fábrica de ladrillo cerámico revestido con guarnecido y enlucido maestreado y pintado con pintura plástica (para salón, dormitorios, despacho, distribuidor, vestíbulo y escalera), por sus dos lados:**

Hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5., compuesta de:

Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1,5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
4 - Guarnecido y enlucido de yeso	1,5 cm
5 - Pintura plástica	---

Espesor total: 10 cm

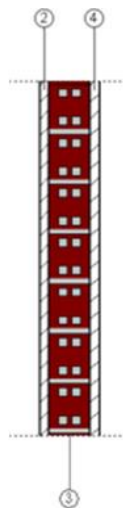


Figura 59. Partición interior del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.



Limitación de demanda energética  $U_m$ : 1,82 kcal/(h·m<sup>2</sup>·C)

Protección frente al ruido                      Masa superficial: 99,60 kg/m<sup>2</sup>  
Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ :  
37,5(-1; -1) dB  
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio              Resistencia al fuego: Ninguna

- **Tabique de una hoja de fábrica de ladrillo cerámico revestido por una de sus lados con guarnecido a cara vista y alicatado de baldosas cerámicas (para baños, aseo, cocina y lavadero):**

Hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5., compuesta de:

Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal, C1	0,5 cm
2 - Guarnecido de yeso	1,5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
4 - Guarnecido de yeso	1,5 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal, C1	0,5 cm
Esesor total:	11 cm

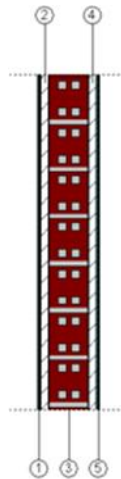


Figura 60. Partición interior del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.





Limitación de demanda energética  $U_m$ : 1,79 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

Protección frente al ruido                      Masa superficial: 122,60 kg/m<sup>2</sup>  
Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ :  
37,5(-1; -1) dB  
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio              Resistencia al fuego: Ninguna.

### **Forjado interior.**

- **Forjado unidireccional, falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes. Solera seca "KNAUF". Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo baldosas cerámicas .**

#### Revestimiento del suelo:

- Pavimento: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/-, de 40x40 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris con doble encolado, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Solera seca F131 "KNAUF" Vidifloor formada por placas de yeso con fibra Vidifloor, de 20 mm de espesor total.

#### Elemento estructural:

- Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-35/B/20/IIIa, Tradiplan "FYM ITALCEMENTI GROUP", y acero UNE-EN 10080 B 400 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigüeta pretensada; bovedilla mecanizada de poliestireno expandido, 60x50x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 400 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

#### Revestimiento del techo:

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 10 cm de altura, compuesto de:

- Aislamiento. Aislamiento acústico formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor.
- Techo suspendido. Falso techo continuo para revestir, situado a una altura menor de 4 m, de placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con acabado liso, mediante estopadas colgantes.
- Acabado superficial. Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1 cm
2 - Solera seca placas de yeso con fibras Vidifloor F131 "KNAUF"	2 cm
3 - Barrera de vapor formada por film de polietileno	0,02 cm
4 - Capa de nivelación con granulado base PA "KNAUF"	3 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EPS mecanizada enrasada)	30 cm
6 - Cámara de aire sin ventilar	6 cm
7 - Lana mineral	4 cm
8 - Falso techo continuo de placas de escayola	1,6 cm
9 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---

Espesor total: 47,62 cm

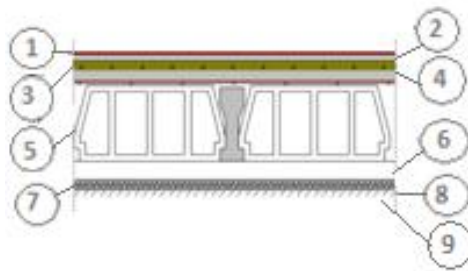


Figura 61. Partición interior del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

Limitación de demanda energética  $U_c$  refrigeración: 0,30 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

$U_c$  calefacción: 0,29 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 338,33 kg/m<sup>2</sup>

Masa superficial del elemento base: 323,53 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ :

54,1 (-1; -3) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 71,9 dB

Los elementos constructivos interiores del inmueble, aunque sean definidos en el proyecto no son valorados por el estándar Passivhaus, ni tenidos en cuenta.



### **3.5 Los Puentes Térmicos en el inmueble objeto.**

#### **3.5.1 Bases conceptuales de los Puentes térmicos en el estándar Passivhaus.**

Los puentes térmicos son los puntos o líneas de intersección entre elementos constructivos, donde se rompe la continuidad del aislante. Lo entendemos como toda zona de la envolvente del edificio en la que claramente varía la uniformidad de la construcción. El puente térmico supone una disminución de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos, por tanto será una parte sensible del edificio, ya que aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales en épocas frías y desvirtúa los cálculos energéticos globales cuando no son considerados. Aun así, el efecto de los puentes térmicos es casi inevitable: las pérdidas representarán del orden de un 15% del total (e incluso mayor, dependiendo de la complejidad del edificio) (García Gil, 2008).

Éstos, perjudican la eficacia energética del elemento constructivo. Mediante la correcta aplicación del aislamiento en el estándar Passivhaus, la transmitancia térmica lineal de estos puentes térmicos tendrán un valor  $\leq 0,01\text{W/mK}$  (Passivhaus Institute, 1996).

Según el estándar Passivhaus las áreas de pérdidas de calor y puentes térmicos se calculan con relación a la capa límite externa, y sabiendo que es posible lograr valores negativos en algunos casos. Un valor negativo implica que la unión está mejor aislada.

Una vez construidos los puentes térmicos se pueden identificar a través del uso de la termografía de infrarrojos, sin embargo en esta etapa por lo general es demasiado tarde hacer algo al respecto, la primera estrategia del puente térmico es identificar todos los posibles puentes térmicos al principio y diseñarlos de manera sistemática.

En la figura 62 se puede ver el puente en frío la pared y uniones del techo y alrededor de las ventanas, la imagen mostrada no es una vivienda Passivhaus (Passivhaus Institute, 1996).

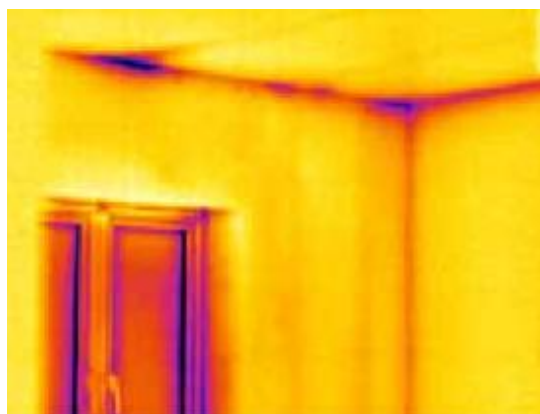


Figura 62. Puentes térmicos.  
Fuente. Passivhaus House Institute, 1996.

Con el Código Técnico (CTE) a través del RD314-2006 y la Limitación de la Demanda energética (CTE-HE-1, 2009), trataremos adecuadamente los puentes térmicos.



Según los dos métodos posibles para el cálculo:

- **Método Simplificado.**

- Detectado el PT calcularemos su transmitancia térmica.

Para cada fachada se calcula la transmitancia térmica media de todas las soluciones constructivas, donde deben de estar incluidos los PT tal y como se recoge en la Tabla 3.1 de la HE-1, existiendo un límite para fachadas distinta según zona climática.

La limitación del valor de transmitancia del PT viene dada por la comprobación de la ausencia de condensaciones superficiales.

Para evaluar el peligro de moho se utilizará el Factor Temperatura. Un valor cercano a cero equivale a decir un pésimo aislamiento y un alto riesgo de condensación y lo contrario si el valor es cercano a 1.

A continuación y mediante la tabla 17 presentamos una tabla que recoge los factores de temperatura interior mínimo establecido según el CTE para las distintas zonas climáticas.

CATEGORÍA DEL ESPACIO	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Clase de higrometría 4	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0,52	0,56	0,61	0,64

Tabla 17. Factor de la temperatura interior mínimo  $f_{rs\ min}$ , conforme CTE.  
Fuente: Tabla 3.2 del CTE, [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org).

El valor del Factor temperatura de un PT integrado en fachada, asumiendo el flujo unidireccional de calor depende de su transmitancia térmica conforme a:

$$f_{rs} = 1 - R_{si} \cdot U \quad f_{rs} = 1 - 0,25 \cdot U - U_{max} = 4 \cdot (1 - f_{rs\ min}) \quad (1)$$

Donde:

$f_{rs}$ : Factor adimensional de temperatura

$U$ : Transmitancia térmica ( $W/m^2k$ )

$R_{si}$ : Resistencia superficial interior ( $m^2k/W$ )



▫ Puentes térmicos de encuentro.

Este método debe asegurar la ausencia de condensaciones superficiales, sin tener en cuenta las pérdidas térmicas de los PT de encuentro, aplicando las normas UNE EN ISO 10211-1:1995 y UNE EN ISO 10211-2:2002, La consideración del flujo bidimensional del calor. Implicando un cálculo complejo mediante un software.

Según tabla 2 del CTE, un frente de forjado con losa de hormigón sin aislamiento queda libre de riesgo de condensaciones superficial para cualquier clima si la resistencia térmica del aislamiento del cerramiento vertical es superior a 1 m<sup>2</sup>K/W (3-4 cm de espesor). Representada la tabla 2 del CTE mediante la tabla 18 siguiente.

FORJADO		R <sub>AT</sub>	ZONA CLIMÁTICA				
			A	B	C	D	E
Fo 1.1 Enrasado con cara exterior de fachada		0,4				P	
		1,0					P
		1,6					P
		2,2					
		2,8					

Tabla 18. Tabla 2 CTE, el calor sombreado significa que no hay riesgo de condensación superficial para las distintas combinaciones de climas y resistencia térmica del aislamiento en los cerramientos.

Fuente: Catalogo reconocido, Catalogo de elementos constructivos, [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org).

▪ **Método General.**

▫ Puentes térmicos integrados en fachadas.

Los contornos de huecos y lucernarios, como pilares integrados en fachadas, reciben en LIDER un tratamiento similar a los PT de encuentro.

Las cajas de persianas que formen parte integrante de la ventana, sin estar empotradas en fachada se considerarán en el apartado de cerramientos semitransparentes como parte del marco, corrigiendo la transmitancia y factor solar de dicho marco.

En caso de estar empotradas, se incluirán en el coeficiente lineal de pérdidas hueco-ventana o se considerarán cerramientos opacos unidireccionales, al igual que los pilares integrados. Al valor de la transmitancia se le aplicarán los valores límites establecidos en la Tabla 2.1 (HE-1).

▫ Puentes térmicos de encuentro.

En LIDER se asignan una serie de valores por defecto. Desde el diálogo de configuración se accede a varias soluciones constructivas donde los valores de coeficiente lineal de pérdidas y factor de temperatura dependen fundamentalmente de la colocación del aislamiento, no estableciéndose referencias de espesores ni materiales.

En soluciones constructivas con aislamiento exterior conseguiremos factores de temperatura superiores y por tanto menor riesgo de condensación.



LIDER comparará las demandas de calefacción y refrigeración del edificio introducido con las de un edificio de referencia con la misma geometría que el objeto, pero con una envolvente cumpliendo los mínimos especificados por la normativa.

A continuación la tabla 19 presenta una tabla que recoge el coeficiente lineal de pérdidas de referencia de puentes térmicos (W/mk) dependiendo del clima.

CASO		ZONA CLIMÁTICA				
		A	B	C	D	E
Encuentros de forjados con fachadas	Frete de forjado	7,30	7,30	7,30	7,30	7,30
	Forjado de cubierta	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
	Forjado de suelo exterior	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Encuentros entre cerramientos verticales	Esquina saliente	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	Esquina entrante	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Hueco ventana		0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Pilar		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Unión entre solera en contacto con el terreno y pared exterior		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Tabla 19. Coeficiente lineal de pérdidas de referencia de puentes térmicos (W/mk) dependiendo del clima.

Fuente: Anexos de documento reconocido "Condiciones para la aceptación de Programas Alternativos".

No prestar atención a los PT en el software no tendrá ningún efecto negativo en la justificación del CTE-HE-1, pues como vemos los valores para las distintas zonas climáticas son los mismos (CTE, 2009; IDAE y col., 2011).

### La ausencia de puentes térmicos

Todos los bordes, esquinas, conexiones y penetraciones deben ser planificadas y ejecutadas con gran cuidado, por lo que los puentes térmicos se pueden evitar. Los puentes térmicos que no se pueden evitar deben minimizarse en lo posible (Passive House Institute, 1996).

Para un programa informático es sencillo procesar el factor de temperatura introducido para calcular el riesgo de condensaciones, sin embargo, el aumento de la demanda energética producida por los puentes térmicos calculados a partir de la transmitancia térmica de cada uno de ellos no lo es tanto (García Gil y A. Etsil, 2008).

En la figura 63 se muestra la señalización de puentes térmicos, en la 64 la visualización gráfica de puentes térmicos y en la 65 la solución de los puentes térmicos.

En la tabla 20 de materiales se muestran detalles constructivos típicos y conductividad térmica y en la figura 66 información sobre el producto CEPHEUS.



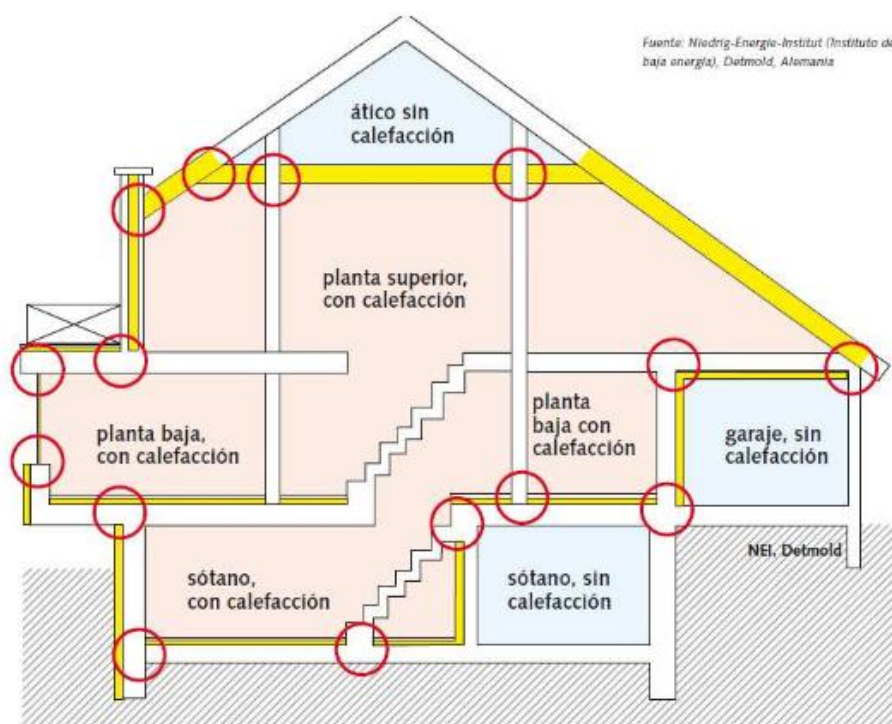


Figura 63. Señalización de puentes térmicos.  
Fuente. Passivhaus House Institute, 1996.

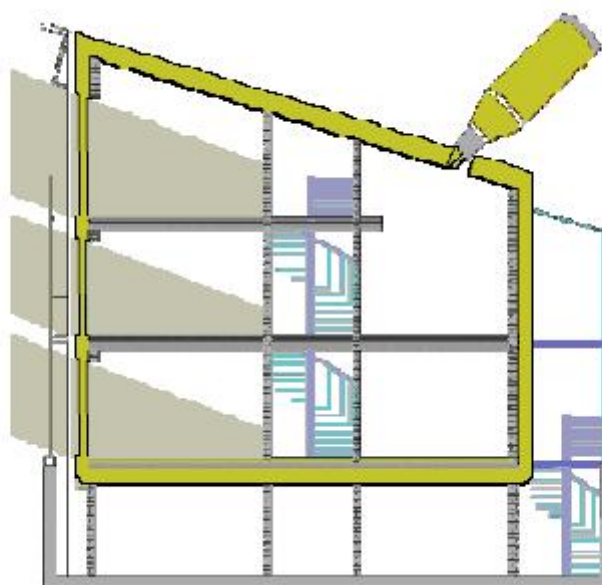


Figura 64. Visualización gráfica de puentes térmicos.  
Fuente. Passivhaus House Institute, 1996.





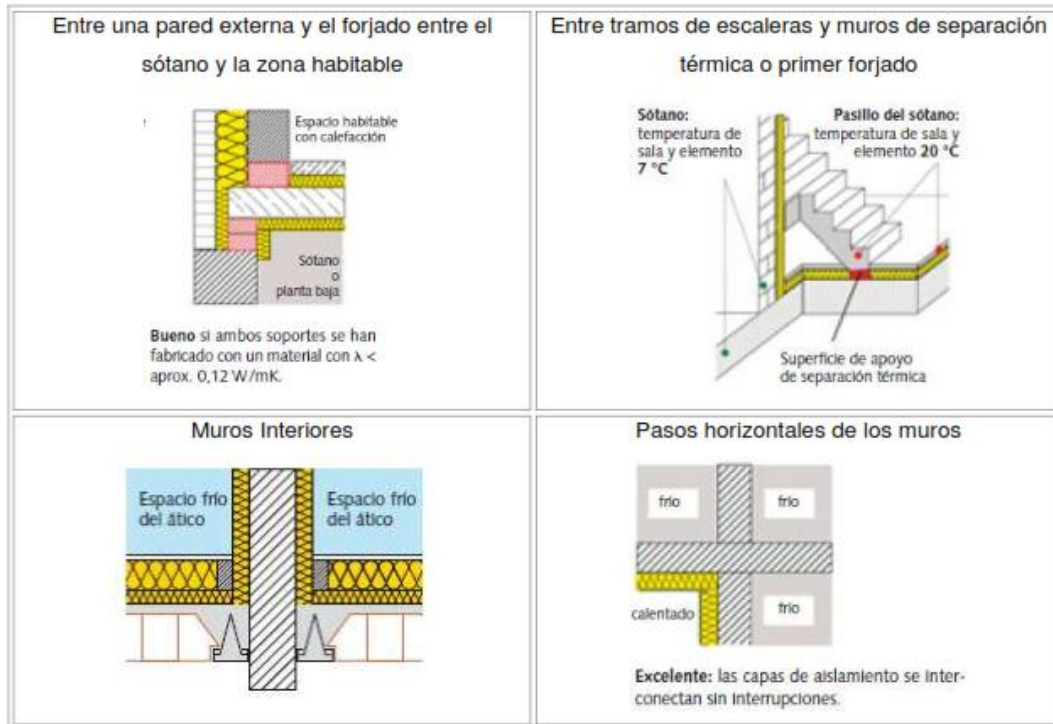


Figura 65. Solución de los puentes térmicos.  
Fuente. Passivhaus House Institute, 1996.

Materiales de construcción	Detalles	Conductividad térmica W/(mK)
Aislamiento térmico		0,04
Purenit		0,07
Hormigón armado		2,10
Caliza		0,99
Solado de cemento		1,20
Revestimiento Interior		0,70
Escayola Interior		0,35
PH-adequado Ventanas		$U_w = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Tabla 20. Tabla de materiales, detalles constructivos típicos y conductividad térmica.  
Fuente. Manual de Construcción. Passivhaus House Institute, 1996.



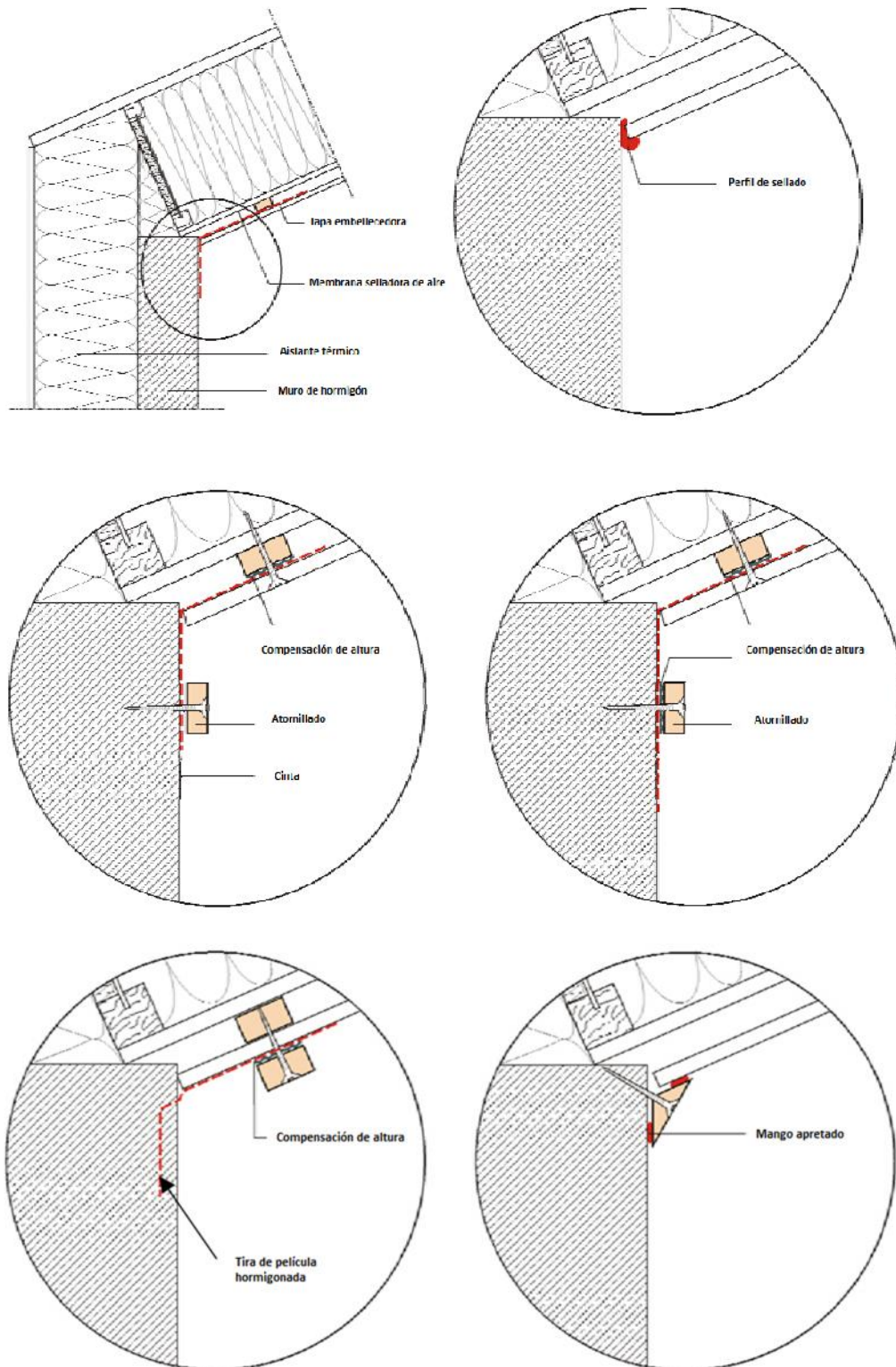


Figura 66. Información sobre el producto CEPHEUS.  
Fuente. Konstruktionshandbuch für Passivhäuser Passivhaus Institut. Alemania, 1996.



### **3.5.2 Resultados de los Puentes térmicos en el edificio objeto.**

#### **➤ Puentes Térmicos Lineales.**

Se ha prestado especial atención a los puentes térmicos, pues suponen una disminución de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos, por tanto será una parte sensible del edificio, ya que aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales y desvirtúa los cálculos energéticos globales cuando no son considerados (García Gil, 2008).

Según el estándar Passivhaus éstos, perjudican la eficacia energética del elemento constructivo. Mediante la correcta aplicación del aislamiento, la transmitancia térmica lineal de estos puentes térmicos tendrán un valor  $\leq 0,01 \text{ W/mK}$  (Passivhaus Institute, 1996).

Para el inmueble objeto se han identificado todos los posibles puentes térmicos al principio y se han diseñado de manera sistemática, Tal y como aconseja el estándar, añadiendo aislantes térmicos de poliuretano de 5 cm en cada uno de ellos consiguiendo con esto puentes térmicos de  $0,01 \text{ W/mK}$ , valor límite según el estándar Passivhaus para una vivienda eficientemente energética.

Se ha utilizado un factor de temperatura no menor de 0,50, ( $b = 0,71$ ), según especifica el CTE-DB-HE1 en la tabla 3.2, que recoge los factores de temperatura interior mínima establecida para la zona climática A4 (Almería) y para una clase de higrometría 3 (obras residenciales).


En los valores de las transmitancias se han consultado los valores límites establecidos en la Tabla 2.1 (HE-1) y se puede afirmar que todos cumplen.



Según publicaba IDAE en 2011, el no prestar atención a los PT en el software LIDER no tendría ningún efecto negativo en la justificación del CTE-HE-1, pues los valores para las distintas zonas climáticas son los mismos (IDAE y col., 2011).

Sin embargo se ha podido comprobar que aumentando la transmitancia térmica de los puentes térmicos en los cálculos del inmueble propuesto producía un aumento de la demanda energética del inmueble objeto y con ello de su calificación energética, pasando a calificarse de un modo más negativo mediante una letra más baja.

A continuación se presentan unas tablas con los puentes térmicos del inmueble objeto y sus valores (tabla 21).



Encuentro de fachada con suelo		Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
	Puentes térmicos	36.25	0.01

Encuentro entre fachadas		Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
	Fachada en esquina vertical saliente *	6.87	0.01
	Fachada en esquina vertical saliente *	9.44	0.01

\* Cálculo efectuado conforme a la norma UNE EN ISO 10211

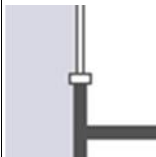
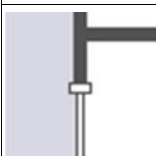
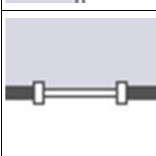


Encuentro de fachada con carpintería		Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
	Unión no especificada por la norma Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	14.00	0.01
	Unión no especificada por la norma Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	14.00	0.01
	Unión no especificada por la norma Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	41.00	0.01

Tabla 21. Representación y valores de los puentes térmicos del inmueble.  
Fuente. Cálculo, diseño y elaboración propia.



Encuentro de fachada con forjado intermedio	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 <p>Puentes térmicos</p>	61.98	0.01

Uniones no especificadas por la norma	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 <p>Encuentro de fachada con cubierta *</p>	7.51	0.01
 <p>Encuentro de fachada con cubierta *</p>	15.66	0.01
<p>Unión no especificada por la norma</p> <p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	1.88	0.01

\* Cálculo efectuado conforme a la norma UNE EN ISO 10211

Tabla 21. Representación y valores de los puentes térmicos del inmueble.  
Fuente. Cálculo, diseño y elaboración propia.

### ➤ Puentes Térmicos Planos.

Los puentes térmicos planos también deben de ser tratados, estos también pueden debilitar la eficiencia energética de la vivienda propuesta.

Estos puentes térmicos se forman en las cajas de persianas, en los alféizares y en los dinteles de los huecos de fachada si no son tratados adecuadamente.

En el inmueble objeto colocaremos aislante térmico de poliuretano de 2 cm de espesor en jambas, dinteles y alféizares, en las cajas de persianas el espesor será de 5 cm, produciendo con esto la rotura de los puentes térmicos planos.



En la siguiente figura 67 se muestran los posibles puentes térmicos planos y la rotura de éstos mediante aislamiento de poliuretano.

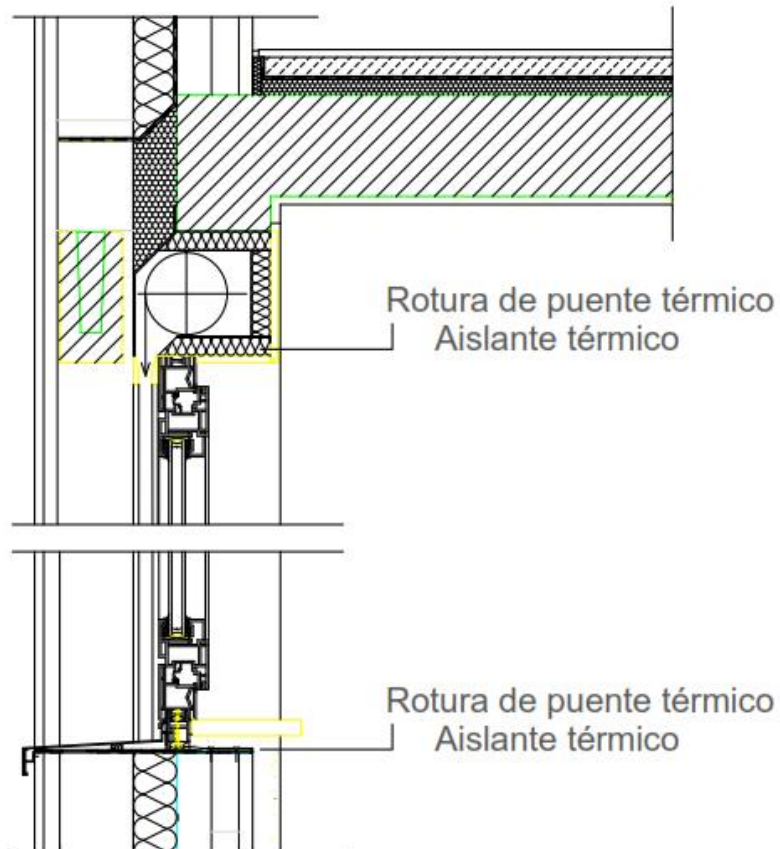


Figura 67. Rotura de puentes térmicos planos.  
Fuente. Cálculo y diseño propio con ayuda de cype 2013.



### **3.6 Carpintería exterior. Ventanas y puertas en el inmueble objeto.**

#### **3.6.1 Bases conceptuales sobre la carpintería exterior en el estándar Passivhaus.**

##### **➤ Las Ventanas según el estándar Passivhaus.**

La ventana es el punto crítico en el balance energético. Las propiedades solares del vidrio dejan pasar la radiación solar visible (térmica), la longitud de onda corta, pero bloquean la radiación de onda larga, infrarroja, emitida por el interior del edificio, ocasionando un desequilibrio energético aumentando la temperatura interior.

Para calentar el edificio en invierno hay que introducir toda la energía posible evitando que esta se pierda. Y evitar la pérdida de calor por conducción.

La elevada conductividad térmica del vidrio hace que las ventanas sean el puente térmico más crítico de un edificio. A parte las pérdidas de calor a través de su carpintería, pudiendo ser elevada en caso de utilizar aluminio sin ningún tipo de protección.

En el calentamiento solar directo a través de ellas, tendremos que equilibrar la ganancia solar con las pérdidas de calor mediante un dimensionado adecuado.

En climas como el de Almería, con gran radiación solar, deberemos preocuparnos del excesivo calentamiento en verano.

Para evitarlo será conveniente reducir el valor del coeficiente global de transmisión de calor (U) en todas las orientaciones en las que se coloquen ventanas, reduciendo con ello la radiación solar que pasa a través de las ventanas y por consiguiente la ganancia térmica solar será menor.

Para conseguir un buen comportamiento térmico en las ventanas tendremos en cuenta la combinación de los siguientes factores:

- Se incrementará el número de láminas. La mejor solución se conseguirá con tres láminas.
- Se rellenarán las ventanas con distintos tipos de gases.
- Incorporando ventanas con vacío se reducirá la transmisión de calor.
- Aerogel. Es un material que proporciona un valor de conductividad térmica extremadamente bajo.
- Se incorporarán diferentes tipos de recubrimientos de baja emisividad (IDAE y col., 2011)

Seguidamente y mediante la tabla 22 se representa una tabla que recoge ejemplos de coeficientes U para ventanas de diferentes características.





DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE U (W/m <sup>2</sup> K)
Panel simple	5,7
Panel doble	2,8
Panel triple	1,9
Panel triple sellado con revestimiento de baja emisividad	1,4
Además relleno de argón	1,2
Además con dos revestimientos de baja emisividad	0,8
Ventana de vacío (alto vacío)	0,5
20 mm de Aerogel (vacío reducido)	0,3

Tabla 22. Ejemplos de coeficientes U para ventanas de diferentes características.  
Fuente: "Passive-On Project", 2005.

Es necesario un compromiso entre el aporte de luz y calor natural en invierno, y tratar de evitar el excesivo calentamiento en verano, la solución óptima será diferente para cada clima.

- En climas fríos:
  - Se reducirán los acristalamientos en las orientaciones norte, este y oeste. La mayoría del acristalamiento lo orientaríamos al sur. Más aun si hacemos uso de muros masivos para el almacenamiento de energía térmica que será desprendida al interior del inmueble durante la noche.
  - El acristalamiento cara al sur tendrá un factor solar de entre 0,3 y 0,6.
  - El coeficiente global de transmisión de calor (U), será menor de 0,35.
  - La transmitancia será muy alta.
- En climas templados:
  - El factor solar estará entre 0,4 y 0,55.
  - El coeficiente U será bajo.
  - La transmitancia será alta.
  - Se colocarán protectores solares adecuados.
- En climas como el de Almería:
  - Se colocarán ventanas al norte combinadas con ventanas al sur, estas últimas con sombreados adecuados como toldos, pantallas, y arbolado para protegernos la vivienda de la radiación solar.
  - El coeficiente U será tan bajo como sea posible, para mantener el calor en el exterior.
  - El factor solar será bajo, menor de 0,4 (IDAE y col., 2011)





Figura 68. Detalle de ventana pasiva.  
Fuente: "Passive-On Project", 2005.

<b>Ventanas en viviendas pasivas para climas Mediterráneos</b>		<i>En general, el doble acristalamiento de baja emisividad es el más adecuado para el clima mediterráneo, pero en las regiones más frías sería apropiado usar ventanas con un triple acristalamiento.</i>
Doble acristalamiento de baja emisividad	aprox $U_g = 2,6-1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Marcos de ventana	aprox $U_k = 0,7-1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Aislamiento térmico total de ventana	aprox. $U^* = 2,6-1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Factor solar (valor g)	aprox. $g = 0,65-0,40$	

Tabla 23. Soluciones de acristalamiento y valor aproximado de U.  
Fuente: "Passive-On Project", 2005.

Los mejores aislantes térmicos en ventanas son los gases, en general en conductividades térmicas inferiores a  $0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Pero para conseguir este efecto aislante será necesario que el gas este en reposo. Para ello se atrapa el gas en un espacio muy reducido, en el que la propia viscosidad del fluido al entrar en fricción con la cámara impida su movimiento. Por ello debemos de olvidarnos de la idea de que a mayor cámara de aire mejor, porque en realidad para el factor térmico es justamente lo contrario (Passive House Institute, 1967; Passive-On, 2005; IDAE y col, 2011).

En la tabla 23 se muestran soluciones de acristalamiento y valor aproximado de U.

En la tabla 24 siguiente se muestra una tabla que recoge la Resistencia térmica equivalente de un hueco de aire en función de su espesor.

En la tabla 25 se muestran la resistencia térmica en función del espesor.



ESPESOR (mm)	RESISTENCIA TÉRMICA (m <sup>2</sup> K W <sup>-1</sup> )
5	0,106
10	0,141
20	0,156
25	0,161
30	0,166
40	0,174
50	0,178

Tabla 24. Resistencia térmica equivalente de un hueco de aire en función de su espesor.  
Fuente: WIFI, programa para calcular la transmisión de calor y de humedad en elementos de edificación.

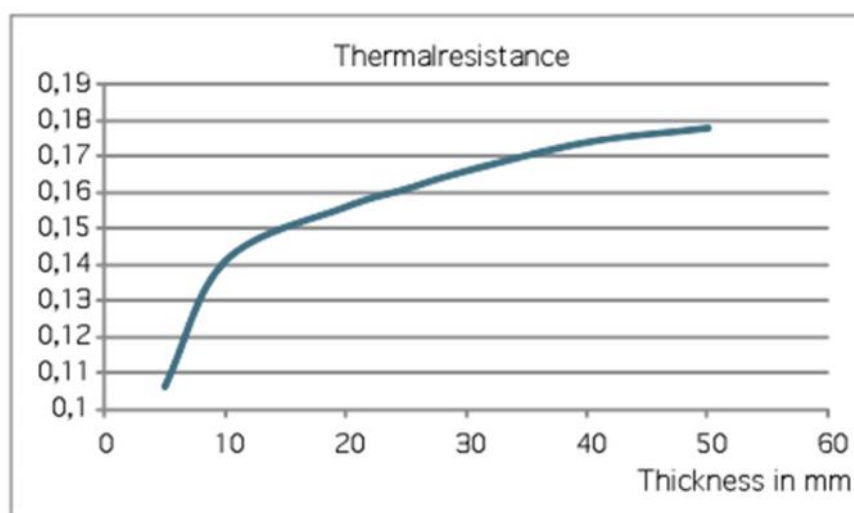


Tabla 25. Resistencia térmica en función del espesor.  
Fuente: WIFI, programa para calcular la transmisión de calor y de humedad en elementos de edificación.

Y en la tabla 26 siguiente, la masa molecular y la conductividad térmica de diversos gases.

GAS EN REPOSO	MASA MOLECULAR (kg/kmol)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK)
Aire	29	0,025
Argón	40	0,018
Xenón	131	0,0051

Tabla 26. Masa molecular y conductividad térmica de diversos gases.  
Fuente: www.IDAE.es



Las ventanas (cristales junto con el marco de la ventana) no debería exceder un valor U de  $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ , con g-valores en torno al 50% (valor g = transmitancia solar total, la proporción de la energía solar disponible para la habitación) (Passive House Institute, 1996).

Como aportación, sabremos que una unidad de acristalamiento estándar ( $1,24 \times 1,48 \text{ m}$ ) tiene una transmitancia total de ventana completa un valor de  $\leq 0,80 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$  y puede alcanzar un valor  $U \leq 0,85 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ , una vez instalado.

Las ganancias solares a través de acristalamientos constituyen un componente muy importante en una casa Passivhaus durante la temporada de calefacción (Figura 10). Por esta razón Profesor Wolfgang Feist declaró que "como efecto secundario estas mismas ventanas se convierten en radiadores por la habitación" (Feist, 1996).

Para hacer un uso óptimo de la utilidad ganancias solares en invierno, además de buena orientación de los cristales debe tener bajo valores U instaladas ( $\leq 0,85 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ ) para reducir pérdidas de calor y buena transmitancia solar (Valores  $g \geq 0,5$ ).

Por el contrario demasiado acristalamiento puede conducir a un riesgo de sobrecalentamiento en verano, será importante proporcionarle a la vivienda un buen sombreado en esta temporada del año según el diseño Passivhaus.

Debe ponerse especial atención a la sombra del sol en pleno verano y a sus ángulos particularmente en fachadas al Sur, Oeste y Este. La eficacia de los dispositivos de sombra permanentes pueden ser probados en el paquete de planificación Passivhaus como parte de una estrategia de reducción de sobrecalentamiento. Para el máximo rendimiento y el acristalamiento la especificación del sombreado debe ser ajustado en cada fachada para un edificio Passivhaus.

➤ **Las Puertas según el estándar Passivhaus.**

Los componentes de acristalamiento en puertas deben alcanzar una especificación de acristalamiento similar, una vez instalada, el valor U de una puerta Passivhaus debe ser  $\leq 0,80 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ . La Hermeticidad es un aspecto fundamental de Passivhaus, acristalamiento y puertas, y es a menudo pasado por alto. Se utilizarán múltiples sellos herméticos continuos junto con un sistema de engranajes robusto para asegurar que la fuga de aire cuando se ensaye sea  $Q (100 \text{ Pa}) \leq 2,25 \text{ m}^3/\text{hm}$ .

**3.6.2 Resultado en Carpintería exterior del inmueble objeto.**

El inmueble dispone del siguiente tipo de carpintería exterior.

➤ **Puerta de entrada del inmueble objeto.**

Para la puerta de entrada del inmueble objeto se ha instalado una puerta acorazada normalizada, con una luz de paso  $0,92 \text{ m}$  y una altura de paso  $2,03 \text{ m}$ , acabada con tablero con molduras rectas en ambas caras en madera de roble. Se dispondrá de una sola unidad instalada en la fachada principal de la vivienda.

El valor U de una puerta una vez instalada debería de ser según el estándar Passivhaus  $\leq 0,80 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ , sin embargo, la puerta de entrada de nuestra vivienda alcanza una transmitancia térmica mayor, no impidiendo con esto que cumpla los objetivos fijados. La hermeticidad es un aspecto fundamental para la eficiencia energética de la



vivienda para ello se utilizan sellos herméticos continuos junto con un sistema de engranajes robusto para asegurar que la fuga de aire de la puerta sea  $Q (100 \text{ Pa}) \leq 2,25 \text{ m}^3/\text{hm}$ , tal y como nos aconseja el estándar Passivhaus, sin embargo esto no ha sido posible debido a que el software nos ha reflejado un valor de  $3 \text{ m}^3/\text{hm}$ .

Caracterización térmica      Transmitancia térmica, U:  $2,58 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$   
 Absortividad,  $\alpha_s$ : 0,6 (color intermedio)

Caracterización acústica      Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0,08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0,10$

Con rotura de puente térmico.

A continuación se exponen las características de dicha puerta, su representación y sus medidas.

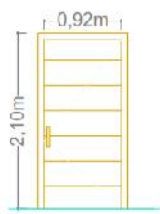
TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA MADERA
	
LOCALIZACIÓN	
PLANTA BAJA	1 Unidad
PLANTA ALTA	
TOTAL	1 Unidad

Figura 69. Representación y dimensiones de la puerta de entrada del inmueble.  
 Fuente. Elaboración propia.

➤ **Ventanas. Carpintería exterior del inmueble objeto.**

Las ventanas del inmueble propuesto dispondrán de un marco de PVC sistema Softline Doble Junta SL/DJ, de dos hojas practicables, con acabado natural en color gris claro. El vidrio estará formado por doble acristalamiento Solar Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica 6/14/6 LOW.S para las ventanas situadas en las fachadas sur, este y oeste y para las ventanas de fachada norte el vidrio estará formado por doble acristalamiento LOW.S Baja emisividad.

La disposición del vidrio será: vidrio + cámara de 14 mm con gas argón en su interior + vidrio. Existirán ventanas de diferentes dimensiones especificadas posteriormente dependiendo de la zona en la que quedan instaladas.



Se ha reducido, en la medida de lo posible, el valor del coeficiente global de transmisión de calor (U) en todas las orientaciones en las que se coloquen ventanas, reduciendo con ello la radiación solar que pasa a través de ellas y por consiguiente la ganancia térmica solar será menor (IDAE, 2011)

En el vidrio se ha incorporado una cámara de 14mm con gas argón en reposo en su interior, por ser uno de los mejores aislantes térmicos que se pueda incorporar en una ventana, el gas argón tiene una conductividad térmica de 0,018 W/m<sup>2</sup>K, menor a 0,04 W/m<sup>2</sup>K que es la que se recomienda para este tipo de zona climática (Passive On, 2005).

El factor solar se ha considerado menor de 0,4, oscilan desde 0.11 a 0.39. Se colocaron ventanas al norte combinadas con ventanas al sur, estas últimas con sistemas de protección solar, y el coeficiente U que se ha considerado ha sido bajo. Todo esto tal y como se aconsejaba para un tipo de clima como el de Almería (IDAE, 2011)

El valor U de una puerta una vez instalada debe ser  $\leq 0,80$  W/m<sup>2</sup>K, sin embargo, las ventanas instaladas de la vivienda objeto alcanzan transmitancias térmicas desde 1,13 hasta 1,20 W/ m<sup>2</sup>K, no impidiendo con esto que cumpla los objetivos fijados. La hermeticidad es un aspecto fundamental para la eficiencia energética de la vivienda objeto para ello se utilizan sellos herméticos continuos junto con un sistema de engranajes robusto para asegurar que la fuga de aire de la puerta sea  $Q (100 \text{ Pa}) \leq 2,25$  m<sup>3</sup>/hm.

Se han escogido carpintería exterior de PVC porque además de ser las más habituales en construcción hoy día, reúnen muy buenas características térmicas entre otras.

- No se pudren, no se astillan, no se desconchan ni se descascarillan, tampoco se decoloran, son inmunes a la contaminación y fáciles de limpiar.
- Poseen un elevado aislamiento térmico y un alto aislamiento acústico.
- Minimiza el riesgo de condensación, evitando los desagradables efectos mencionados.
- Larga duración.
- Baja permeabilidad al aire y alta estanquidad al agua.
- Resiste la condensación.
- Mínimo mantenimiento.
- Estabilidad del color (Apuntes técnicos Veka, 2013).

#### ▪ **Ventana en cocina.**

Ventana practicable de PVC formada por:

- Carpintería. Ventana de PVC, sistema Softline Doble Junta SL/DJ, una hoja practicable, dimensiones 1000x1300 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en color gris claro.
- Vidrio. Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica tipo climalit 6/14/6 LOW.S. Con rotura de puente térmico.

Se situará a una altura de 90 cm desde el suelo.



Se dispone de 1 unidad de este tipo de ventana situada en cocina.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, UV: 0.95 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0.18
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, UC: 1.12 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4 Absortividad, $\alpha_s$ : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 100 x 130 cm (ancho x alto)		n° uds: 1	
Transmisión térmica	U	1.02	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.11	
	F <sub>H</sub>	0.08	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	35 (-2; -4)	dB

Notas:

- U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))
- F: Factor solar del hueco
- F<sub>H</sub>: Factor solar modificado
- R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)

Tabla 27. Características y valores de la ventana situada en la cocina del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA DE PVC
	Ventana Abatible 1 (VA-1) 
LOCALIZACIÓN	Cocina
PLANTA ALTA	
PLANTA BAJA	1 Unidad
TOTAL	1 Unidad

Figuras 70. Carpintería exterior situada en la cocina del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

- **Ventana en baños y aseo.**

Ventana practicable de PVC formada por:

- Carpintería. Ventana de PVC una hoja practicable, dimensiones 600x1300 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en gris claro.
- Vidrio. Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica, tipo climalit 6/14/6 LOW.S. Con rotura de puente térmico.

Se situará a una altura de 100 cm desde el suelo.

Se disponen de 3 unidades de este tipo de ventana situadas en aseo, baño 1 y baño2.






Características del vidrio	Transmitancia térmica, UV: 1.20 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0.39
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, UC: 1.89 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 1 Absortividad, $\alpha_s$ : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 60 x 130 cm (ancho x alto)	n° uds: 3		
Transmisión térmica	U	1.50	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.18	
	F <sub>H</sub>	0.14	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	34 (-1; -3)	dB

Notas:

- U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))
- F: Factor solar del hueco
- F<sub>H</sub>: Factor solar modificado
- R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)

Tabla 28. Características y valores de las ventanas situadas en baños y aseo del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA DE PVC
	Ventana Abatible 2 (VA-2) 0,60m  1,30m 1,00m
LOCALIZACIÓN	Baños y aseo
PLANTA ALTA	2 Unidad
PLANTA BAJA	1 Unidades
TOTAL	3 Unidades

Figuras 71. Carpintería exterior de PVC situada en baños y aseo del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

- **Ventana en el distribuidor de planta alta.**

Ventana practicable de PVC formada por:

- Carpintería. Ventanal fijo de PVC dimensiones 600x2100 mm, compuesto de marco y junquillos con acabado natural en color gris claro.
- Vidrio. Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica unión tipo climalit, 6/14/6 LOW.S. Con rotura de puente térmico.

Se situará a una altura de 100 cm desde el suelo.

Se disponen de 3 unidades y se situada en el distribuidor de planta alta.



Características del vidrio	Transmitancia térmica, UV: 1,20 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0,39
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, UC: 1,12 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Fija Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4 Absortividad, $\alpha_s$ : 0,4 (color claro)

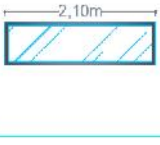
Dimensiones: 60 x 210 cm (ancho x alto)		n° uds: 1	
Transmisión térmica	U	1,13	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0,33	
	F <sub>H</sub>	0,23	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	34 (-1; -3)	dB

Notas:

- U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))
- F: Factor solar del hueco
- F<sub>H</sub>: Factor solar modificado
- R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)

Tabla 29. Características y valores de la ventana situada en el distribuidor de planta alta del inmueble.

Fuente. Elaboración propia.

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA DE PVC
	Ventana fija 1 (VF-1)
	
LOCALIZACIÓN	Distribuidor Planta alta
PLANTA ALTA	1 Unidad
PLANTA BAJA	
TOTAL	1 Unidad

Figuras 72. Carpintería exterior situada en distribuidor de planta alta junto a la escalera.

Fuente. Elaboración propia.

- **Ventana en salón-comedor.**

Ventana practicable de PVC formada por:

- Carpintería. Puerta balconera de PVC, sistema Soffline Doble Junta SL/DJ, dos hojas practicables, dimensiones 1400x2100 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color gris claro.
- Vidrio. Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica tipo climalit 6/14/6 LOW.S. Con rotura de puente térmico.

Se situará en cota de suelo de planta baja.



Se disponen de 2 unidades de este tipo de ventana situadas en el salón-comedor.

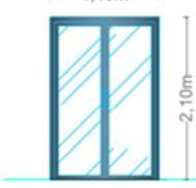
Características del vidrio	Transmitancia térmica, UV: 0,95 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0,18
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, UC: 1,12 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4 Absortividad, $\alpha_s$ : 0,4 (color claro)

Dimensiones: 140 x 210 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U	1,02	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0,12	
	F <sub>H</sub>	0,06	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	35 (-2; -4)	dB

Notas:

- U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))
- F: Factor solar del hueco
- F<sub>H</sub>: Factor solar modificado
- R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)

Tabla 30. Características y valores de las ventanas situadas en el salón-comedor del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA DE PVC
	Puerta Abatible 1 (PA-1) 
LOCALIZACIÓN	Salón
PLANTA ALTA	
PLANTA BAJA	2 Unidades
TOTAL	2 Unidades

Figuras 73. Carpintería exterior situada en el salón-comedor.  
Fuente. Elaboración propia.

- **Ventana en salón-comedor, dormitorios y despacho.**

Ventana practicable de PVC formada por:

- Carpintería. Puerta balconera de PVC, sistema Softline Doble Junta SL/DJ, dos hojas practicables, dimensiones 1200x2100 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color gris claro.
- Vidrio. Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica tipo climalit 6/14/6 LOW.S. Con rotura de puente térmico.

Se situará en cota de suelo de planta baja y alta.



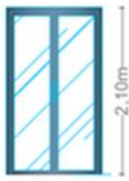
Se disponen de 5 unidades de este tipo de ventana situadas en el salón-comedor, dormitorios y despacho.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, UV: 0,95 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0.18
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, UC: 1,12 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4 Absortividad, $\alpha_s$ : 0,4 (color claro)

Dimensiones: 120 x 210 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1,02	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0,11	
	F <sub>H</sub>	0,04	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	35 (-2; -4)	dB

Tabla 31. Características y valores de la ventana situada en el salón-comedor del inmueble (fachada oeste).

Fuente. Elaboración propia.

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA DE PVC Puerta Abatible 2 (PA-2) ←1,20m→  2,10m
	LOCALIZACIÓN Dormitorios, despacho y salón
PLANTA ALTA	4 Unidades
PLANTA BAJA	1 Unidades
TOTAL	5 Unidades

Figuras 74. Carpintería exterior situada en el salón-comedor, dormitorios y despacho.

Fuente. Elaboración propia.

▪ **Puerta vidriera de aluminio, en lavadero.**

Puerta practicable de aluminio formada por:

- Carpintería. Puerta auxiliar de aluminio sistema Softline Doble Junta SL/DJ, una hoja practicable, dimensiones 80x2100 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color gris claro. Se escogerá de aluminio por seguridad ya que se encuentra situada en fachada.
- Vidrio. Doble acristalamiento LOW.S Baja emisividad térmica tipo climalit 6/14/6 LOW.S. Con rotura de puente térmico.

Se situará en cota de suelo de planta baja y alta.



Se disponen de 1 unidad exterior de este tipo de puerta situada en el lavadero. (se dispondrá de otra unidad en paso de cocina a lavadero con las mismas características, especificada en carpintería interior).

Características del vidrio	Transmitancia térmica, UV: 1,20 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0,39
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, UC: 1,12 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4 Absortividad, $\alpha_s$ : 0,4 (color claro)


Dimensiones: 80 x 210 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	0.11	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Soleamiento	F	0.24	
	F <sub>H</sub>	0.19	
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	34 (-1; -3)	dB

Notas:

- U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))
- F: Factor solar del hueco
- F<sub>H</sub>: Factor solar modificado
- R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)

Tabla 32. Características y valores de la ventana situada en el distribuidor de planta alta del inmueble.

Fuente. Elaboración propia.

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA DE PVC
	Puerta Abatible 3 (PA-3) 
LOCALIZACIÓN	Lavadero
PLANTA ALTA	
PLANTA BAJA	1 Unidades
TOTAL	2 Unidades

Figuras 75. Carpintería exterior situada en el lavadero.

Fuente. Elaboración propia.



**Perfil de la carpintería de PVC, figura 76**

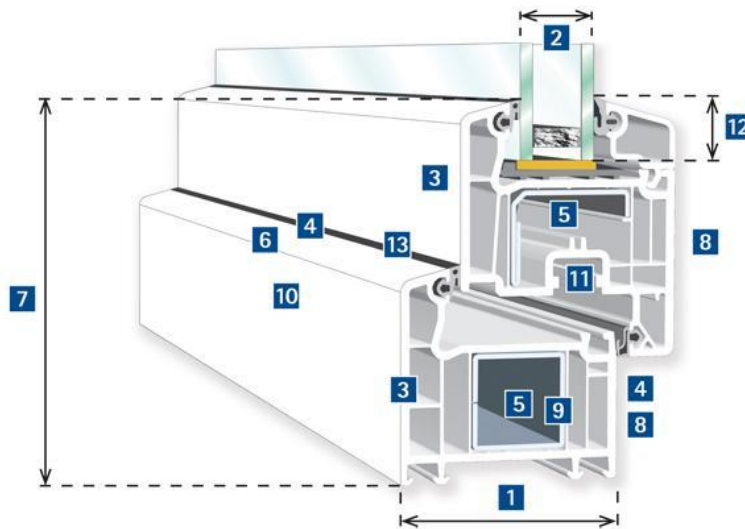


Figura 76. Perfil de la carpintería de PVC del inmueble.  
Fuente: [www.veka.es](http://www.veka.es), accesible 11-Julio-2013.

- 1- 5-camaras, (ancho del marco) de 70 mm proporciona una protección térmica a un nivel muy alto.
- 2- Espesor de vidrio 6+14+6 mm (vidrio + cámara con gas argón + vidrio), sin perfiles adicionales.
- 3- Exterior espesor de la pared = 2,8 mm de perfil.
- 4- El diseño de las dos juntas garantiza muy buen aislamiento de estanqueidad, aislamiento acústico y térmico. Permite excelente drenaje del agua y no acumula la suciedad.
- 5- Refuerzos de acero galvanizado. El marco está diseñado para fortalecer la cámara cerrada, función de la ventana y los dispositivos antirobo - seguridad.
- 6- Diseño clásico de proporciones equilibradas. Aspecto suave, neutro y contornos externos se ajustan a la fachada.
- 7- Baja altura total de los perfiles laterales de sólo 118 mm proporciona más superficie acristalada y una iluminación interior excelente.
- 8- Montaje de herrajes en el marco y la hoja es muy segura. Los tornillos pasan por marco de PVC por varios lados del perfil, incluyendo herrajes antirobo.
- 9- Accesorios de montaje y montaje de la carga teniendo elementos de refuerzo de acero con sección transversal cerrada.
- 10- Liso, fácil de cuidado y que no requieren el mantenimiento de las superficies de los perfiles de hecho de PVC- un material sujeto a 100% reciclable.
- 11- 13 milímetros de perno de primera clase del eje proporciona una sólida protección contra la rotura y apalancamiento de ventana.
- 12- Incrustar en vidrio a una profundidad de perfil de 24 mm restringe la condensación en el cristal de vapor de agua.
- 13- Juntas en color "blanco" mejoran la estética de las ventanas.
- 14- El sistema de acristalamiento instalado proporciona las condiciones para el aislamiento acústico (veka, 2013).



En la tabla 33 y 34 se muestra la transmitancia y conductividad de distintos materiales para carpintería exterior.

MATERIAL DE LAS VENTANAS	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
PVC Veka	1,3
PVC	2,0
Madera	2,0 - 2,2
Aluminio RPT 12mm	3,2
Aluminio RPT 4mm	4,0
Aluminio	5,7



Tabla 33 y 34. Transmitancia y conductividad de distintos materiales para carpintería exterior.  
Fuente: fichas técnicas de carpintería marca Veka, 2013.

En la figura 77 se muestra una ilustración de la carpintería de aluminio con rotura de puente térmico para el lavadero.

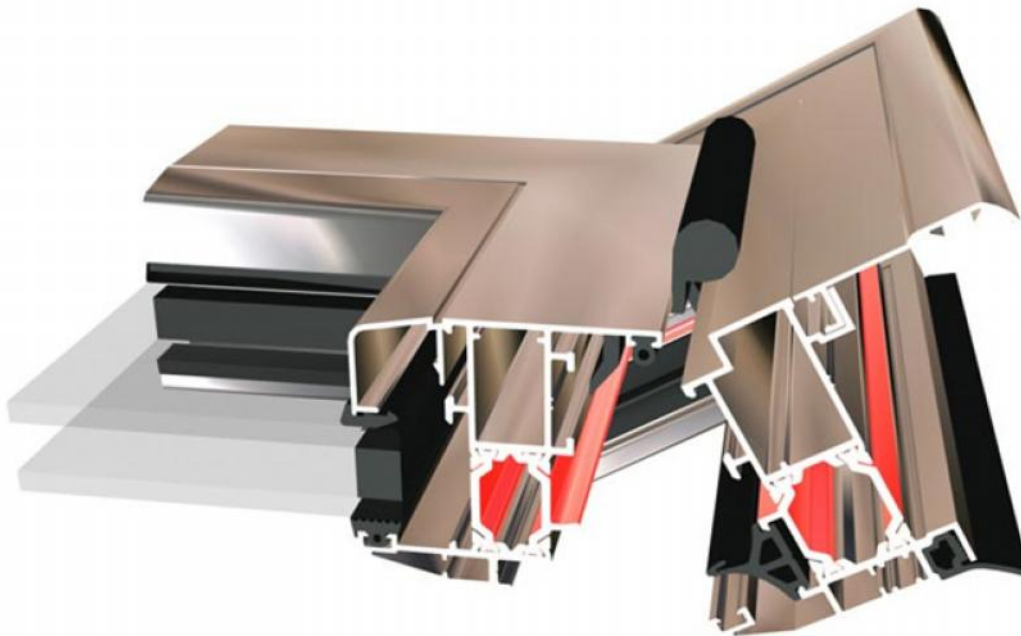


Figura 77. Carpintería de aluminio con rotura de puente térmico para cocina y lavadero.  
Fuente: [www.arkitecna.com](http://www.arkitecna.com), accesible 22-Julio-2013.



▪ **Carpintería interior.**

El inmueble propuesto dispondrá del siguiente tipo de carpintería interior.

▫ **Puerta de paso interior de madera en dormitorios y despacho.**

Puerta de paso ciega abatible, de una hoja, lisa, de tablero aglomerado con molduras rectas en ambas caras, de roble recompuesto, con herrajes de colgar y de cierre. Con unas dimensiones de hoja de 203 de alto, 72,5 de ancho x 3,5 cm de grosor.

Se disponen de 4 unidades de este tipo de puerta en el inmueble situadas en dormitorio 1, dormitorio 2, dormitorio 3 y despacho.

Caracterización térmica      Transmitancia térmica, U: 1,74 kcal/(h · m<sup>2</sup>°C)

Absortividad,  $\alpha_s$ : 0,6 (color intermedio)

Caracterización acústica      Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0,08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0,10$


TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA MADERA
	
LOCALIZACIÓN	Dormitorios y despacho
PLANTA BAJA	
PLANTA ALTA	4 Unidades
TOTAL	4 Unidades

Figura 78. Carpintería interior en dormitorios y despacho.

Fuente: Elaboración propia.



▫ **Puerta de paso interior de madera en aseo y baños.**

Puerta de paso ciega abatible, de una hoja, lisa, de tablero aglomerado con molduras rectas en ambas caras y rejilla de ventilación, de roble recompuesto, con herrajes de colgar y de cierre. Con unas dimensiones de hoja de 203 de alto, 72,5 de ancho x 3,5 cm de grosor.

Se disponen de 3 unidades de este tipo de puerta en el inmueble situadas en aseo, baño 1 y baño 2.

Caracterización térmica      Transmitancia térmica, U: 1,74 kcal/(h · m<sup>2</sup>°C)

Absortividad,  $\alpha_s$ : 0,6 (color intermedio)

Caracterización acústica      Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0,08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0,10$

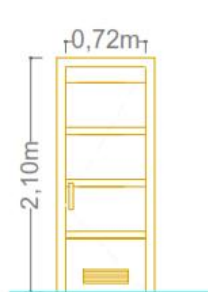
TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA MADERA
	
LOCALIZACIÓN	Aseo, baño 1 y baño 2
PLANTA BAJA	1 Unidad
PLANTA ALTA	2 Unidades
TOTAL	3 Unidades

Figura 79. Carpintería interior en aseo, baño 1 y baño 2.

Fuente: Elaboración propia.



▫ **Puerta de paso interior de madera en cocina.**

Puerta de paso interior vidriera abatible, de una hoja, lisa de tablero aglomerado, de roble recompuesto, acristalamiento del 40% de su superficie, mediante una pieza de vidrio traslúcido incoloro, de 4 mm de espesor, con cantos biselados, colocado con junquillo clavado, con herrajes de colgar y de cierre.

Sus dimensiones de hoja son de 203 cm de alto, 72,5 de ancho y 3,5 cm grosor.

Se dispone de 1 unidad de este tipo puerta en el inmueble, situada en cocina.

Caracterización térmica      Transmitancia térmica, U: 1,74 kcal/(h · m<sup>2</sup>°C)

Absortividad,  $\alpha_s$ : 0,6 (color intermedio)

Caracterización acústica      Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0,08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0,10$

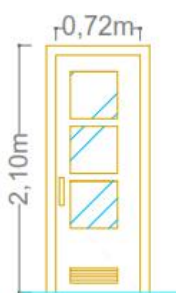
TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA MADERA
	Puerta Madera 3 (PM-3)
	
LOCALIZACIÓN	Cocina
PLANTA BAJA	1 Unidad
PLANTA ALTA	
TOTAL	1 Unidad

Figura 80. Carpintería interior en cocina.

Fuente: Elaboración propia.



▫ **Puerta de paso interior de madera en salón-comedor.**

Puerta de paso interior vidriera abatible, de dos hojas, lisa, de tablero aglomerado, de roble recompuesto, acristalamiento del 40% de su superficie, mediante una pieza de vidrio traslúcido incoloro, de 4 mm de espesor, con cantos biselados, colocado con junquillo clavado, con herrajes de colgar y de cierre.

Sus dimensiones de hoja son 103 cm de alto, 153,2 cm de ancho y 3,5 cm de espesor.

Se dispondrá de una unidad de este tipo de puerta en el inmueble situada en el salón.

Caracterización térmica      Transmitancia térmica, U: 1,74 kcal/(h · m<sup>2</sup>°C)

Absortividad,  $\alpha_s$ : 0,6 (color intermedio)

Caracterización acústica      Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0,08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0,10$

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA MADERA
LOCALIZACIÓN	Salón-comedor
PLANTA BAJA	1 Unidad
PLANTA ALTA	
TOTAL	1 Unidad

Figura 81. Carpintería interior en salón-comedor.

Fuente: Elaboración propia.



▫ **Puerta vidriera de aluminio de paso entre cocina y lavadero.**

Puerta practicable de aluminio formada por:

- Carpintería. Puerta auxiliar de aluminio sistema Softline Doble Junta SL/DJ, una hoja practicable, dimensiones 80x2100 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color gris claro. De aluminio, dará paso desde la cocina al lavadero.
- Vidrio. Doble acristalamiento LOW.S Baja emisividad térmica tipo climalit 6/14/6 LOW.S.

Se situará en cota de suelo de planta baja y alta.

Se dispone de 1 unidad interior de este tipo de puerta situada en el paso entre cocina y lavadero. (se dispondrá de otra unidad en fachada norte (lavadero) con las mismas características, especificada en carpintería exterior).


Características del vidrio	Transmitancia térmica, UV: 0,95 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Factor solar, F: 0,18
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, UC: 1,12 kcal/(h·m <sup>2</sup> °C) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4 Absortividad, α <sub>s</sub> : 0,4 (color claro)

Dimensiones: 80 x 210 cm (ancho x alto) nº uds: 1

Transmisión térmica	U	0.97	kcal/(h·m <sup>2</sup> °C)
Caracterización acústica	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	35 (-2; -4)	dB

Notas:  
U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m<sup>2</sup>°C))  
R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)

Tabla 35. Características y valores de la ventana situada en el paso entre cocina y lavadero del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.

TIPOS DE ELEMENTOS	CARPINTERÍA DE PVC
	Puerta Abatible 3 (PA-3) +0,80m+  -2,10m-
LOCALIZACIÓN	Lavadero
PLANTA ALTA	
PLANTA BAJA	1 Unidades
TOTAL	2 Unidades

Figuras 82. Carpintería interior que da paso de cocina a lavadero.  
Fuente. Elaboración propia.

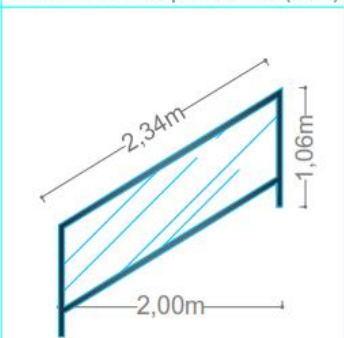
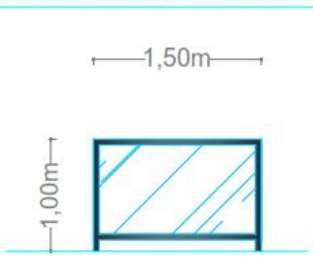


▫ **Barandilla de aluminio y vidrio para terraza y escalera.**

Barandilla de aluminio y vidrio como defensa en terraza y escalera interior, formada por:

- Carpintería. De aluminio sistema fijo en una hoja, dimensiones 110x235 mm la barandilla para escalera y 150 x 100 mm la barandilla para terraza exterior, compuesta de marco y anclajes, con acabado natural en color gris claro. De aluminio.
- Vidrio. Doble acristalamiento de seguridad 6/4/6.

Se situará en cota de suelo de planta terraza y escalera.

TIPOS DE ELEMENTOS	BARANDILLAS	
	Barandilla de vidrio para escalera(BV-1)	Barandilla de vidrio para terraza(BV-2)
LOCALIZACIÓN		
	ESCALERA	TERRAZA

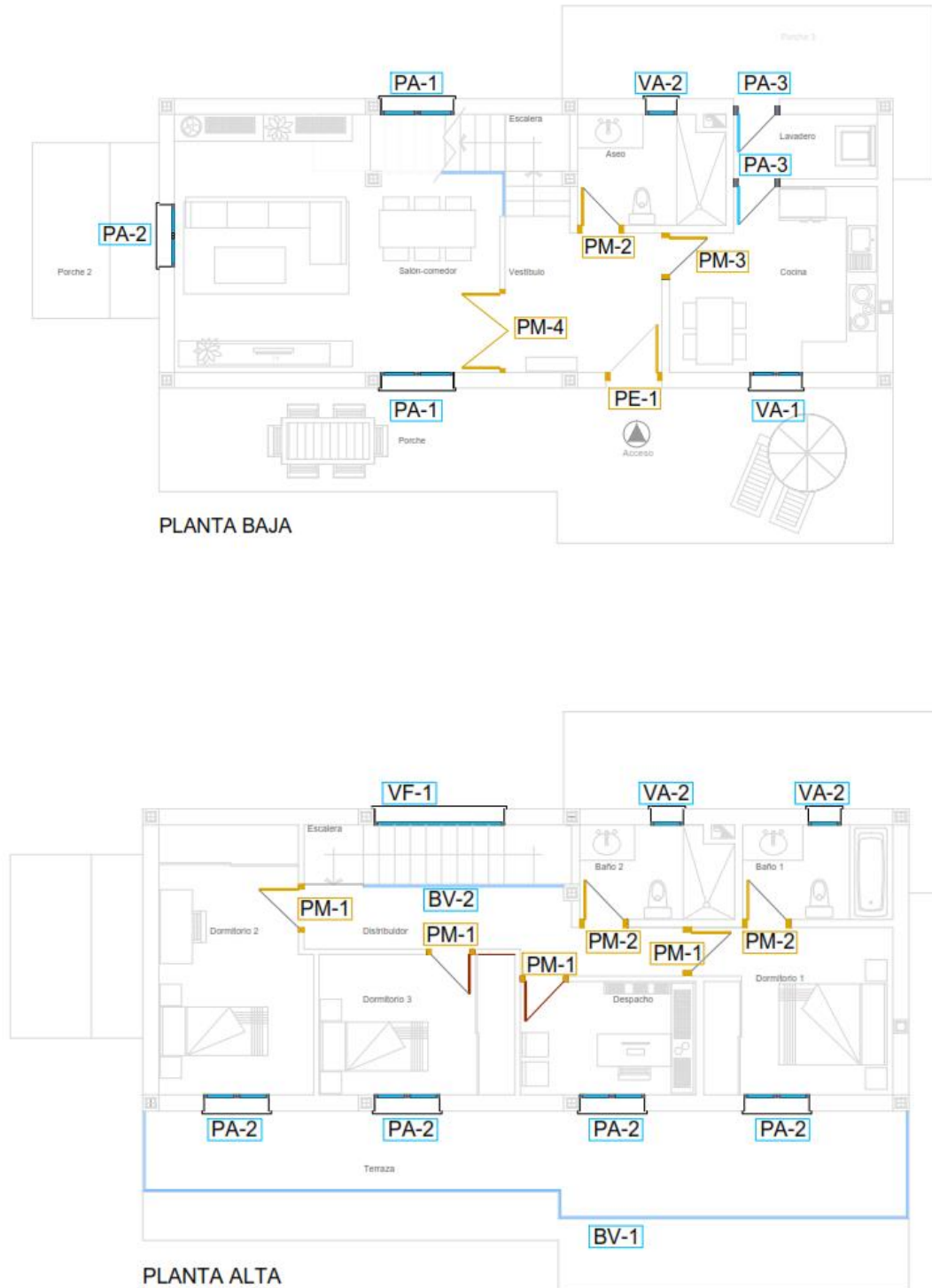
Figuras 83. Carpintería exterior e interior del inmueble, barandilla para escalera y terraza.  
Fuente. Elaboración propia.

La carpintería interior aunque es definida en el proyecto no es valorada desde el punto de vista del estándar Passivhaus.



### 3.6.3 Planos de carpintería exterior e interior del inmueble propuesto.

Mediante la figura 84 se muestran los planos de carpintería exterior e interior del inmueble propuesto.



Figuras 84. Planos de Carpintería exterior e interior del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.





### 3.7 La Iluminación en el inmueble objeto

#### 3.7.1 Bases conceptuales de la Iluminación en el estándar Passivhaus.

La radiación solar como fuente de luz natural también puede servirnos para iluminar la vivienda disminuyendo con ello nuestra demanda energética. Supondría una estrategia muy efectiva y nos permitiría un gran ahorro energético, además de un aumento de confort y de calidad de vida.

Deberíamos de intentar que la mayoría de las estancias poseyeran luz natural, evitando los deslumbramientos.

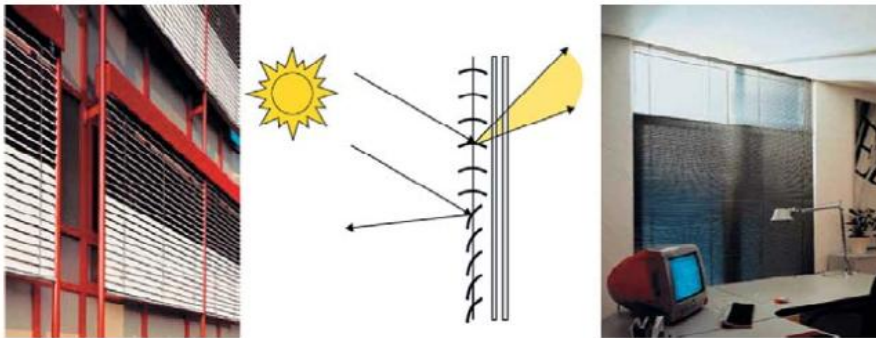


Figura 85. Sistemas de persianas venecianas con transporte de luz natural, exterior o interior.  
Fuente. Warema Renkhoff GmbH.

La figura 85 muestra sistemas de persianas venecianas con transporte de luz natural, exterior o interior.

Podríamos servirnos de sistemas de claraboyas y tubos de luz que permiten servirnos de luz natural de una forma muy sencilla y eficaz. Además existen persianas de orientación variable permitiéndonos llevar la luz al interior de la vivienda.

La mejor para captar mayor luz solar será la orientación hacia El ecuador, pero podemos tratar de optimizar la orientación de las estancias de la vivienda en función de la utilización de estas:

- Salón y cocina hacia el sur.
- Dormitorios hacia el este.
- La zona donde se cena hacia el oeste.

De esta manera haremos un mayor aprovechamiento de la luz natural (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y col., 2011; Passive-On, 2005).

La figura 86 muestra un sistema comercial de tubo de luz para la iluminación de espacios interiores.

En las figuras 87 y 88 se muestra la iluminación en verano y en invierno.





Figura 86. Sistema comercial de tubo de luz para la iluminación de espacios interiores.  
Fuente. Sunlux.

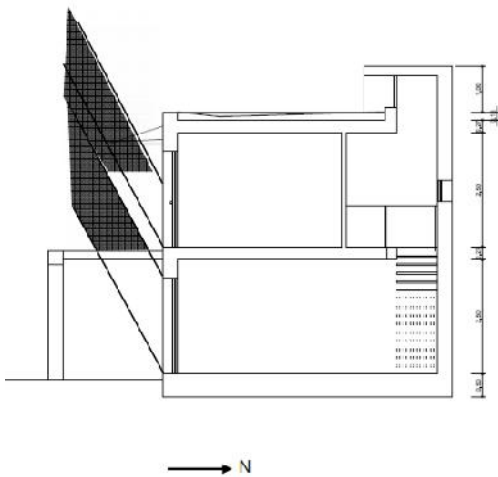


Figura 87. Iluminación en verano.  
Vista de acceso solar en sección.  
Fuente. Passive-On, 2005.

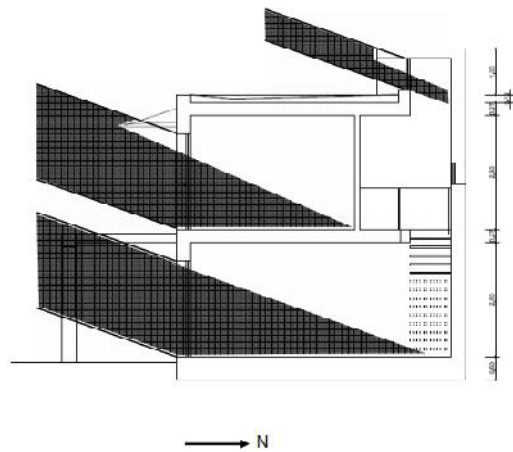


Figura 88. Iluminación en invierno.  
Vista del acceso solar en sección.  
Fuente. Passive-On, 2005.



### **3.7.2 La Iluminación en el inmueble objeto.**

Para obtener la mayor iluminación se han instalado huecos en todas las fachadas de la vivienda, iluminando todos los recintos en la medida que ha sido posible e intentando sacarle el mayor rendimiento a las orientaciones y a la luz solar, iluminando todos los recintos del inmueble propuesto y disminuyendo con ello su demanda energética.

- En planta baja:

- **Salón.**

El salón será iluminado por tres ventanales situados uno en su fachada sur, otro en su fachada norte y el último en la fachada oeste, asegurando luz natural para el salón casi todo el día, se ha hecho de esta manera por ser el salón el recinto más transitado de la vivienda.

- **Cocina y lavadero.**

La cocina quedará iluminada por una ventana situada en la fachada sur y una puerta de vidrio y PVC que dará al lavadero, el cuál goza de una puerta de las mismas características hacia el norte, de esta manera la cocina quedará iluminada la mayor parte del día y el lavadero en las horas de la mañana.

- **Escalera.**

La escalera quedará abierta hacia el salón sin muros opacos que la separen, sirviéndose de este modo de la luz de los huecos proyectados para el salón.

- **Vestíbulo.**

El vestíbulo de la vivienda será iluminado mediante los ventanales situados en fachada norte del salón y escalera en planta alta, dispondrá de luz natural sobre todo en la mañana.

- **Aseo.**

El aseo dispone de un hueco con orientación hacia el norte, por lo tanto, cuando mayor luz natural reciba será durante las mañanas.

- En la planta alta:

- **Dormitorios y despacho.**

Todos los dormitorios y el despacho gozan de orientación sur y un hueco instalado en la fachada de esta misma orientación, con lo cual permanecen previstos de luz natural la mayor parte del tiempo.

- **Distribuidor.**

El distribuidor quedará iluminado sobre todo, las horas de la mañana que será cuando éste realmente será más transitado, quedará iluminado mediante un hueco situado en la fachada norte.

- **Baños.**

Los baños disponen todos de huecos con orientación hacia el norte, por lo tanto, cuando mayor luz natural reciba será durante las mañanas.

Además se han instalado persianas de orientación variable en las ventanas permitiéndonos llevar la luz al interior de las habitaciones que dispongan menos de ella.

La mejor para captar mayor luz solar es la orientación hacia el Ecuador, siendo según nuestra posición, la orientación sur.



Se ha tratado de optimizar la orientación de las estancias de la vivienda en función de la utilización de estas y las prestaciones de las que dispone el inmueble objeto.

De esta manera haremos un mayor aprovechamiento de la luz natural (Ministerio de Industria y col., 2011).

### 3.8 Estanqueidad y hermeticidad.

#### 3.8.1 Bases conceptuales de la estanqueidad y hermeticidad según el estándar Passivhaus.

Es necesario que las edificaciones sean estancas para evitar la entrada de aguas y herméticas para evitar la entrada de aires indeseados que pueden provocar condensaciones y problemas en los materiales de la vivienda.

El caudal de aire de infiltración varía según la hermeticidad de las puertas y ventanas, la porosidad de las paredes del edificio, su altura, escaleras, ascensores, dirección del viento, y caudales relativos de aire de ventilación y de extracción.

Flujos de aire del interior al exterior a través de grietas o huecos tienen un alto riesgo de provocar condensaciones en la construcción (Figura 89). Las infiltraciones de aire frío producen también a los usuarios sensación de baja confortabilidad. (Elisa María Cisneros, 2011).

Se muestra en la figura 90 la colocación adecuada de cables y o tuberías en una pared.

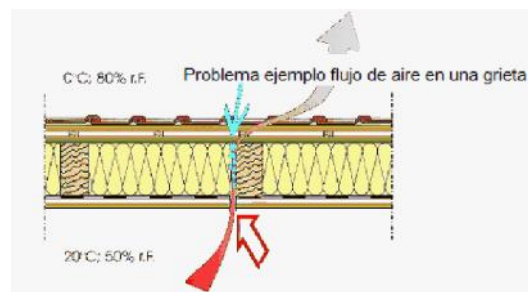


Figura 89. Filtraciones de aire del interior al exterior de un techo.  
Fuente. Elisa Cisneros, 2011.

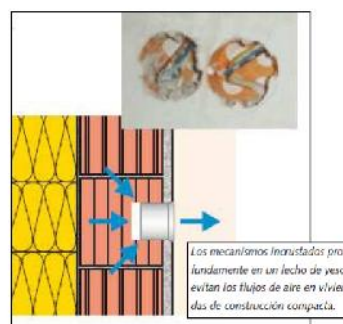


Figura 90. Colocación adecuada de cables y/ tuberías en una pared.  
Fuente. Elisa Cisneros, 2011.



Una envolvente hermética en una vivienda nos asegurará una mejora de confort térmico y acústico. Para conseguir una vivienda estanca adecuada tendremos que llevar a cabo las siguientes acciones:

- Delimitar la posición de la capa continua de hermeticidad.
- Minimizar la longitud de las juntas.
- La utilización de materiales para esta capa deben de cumplir el valor mínimo de estanqueidad y hermeticidad.

Los materiales para conseguir una construcción hermética se pueden consultar en la DIN 4108-7 (Edición 2001).

Las construcciones de fábrica de ladrillo y hormigón, según normativa DIN 1045-2 se consideran herméticas. Será necesario un recubrimiento con un enlucido para conseguir la hermeticidad de suelo a techo. La junta de mortero no se considera hermética (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y col., 2011).

La determinación del aire de infiltración en los locales habitados ha sido objeto de una serie de profundos estudios; de entre ellos destacan:

- Norma UNE 7357-74.
- Método de las superficies.
- Método de las rendijas (Elisa María Cisneros, 2011).

La tabla 36 muestra materiales de construcción y su permeabilidad al aire.

<b>Materiales</b>	<b>Permeabilidad al aire</b> [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)] 50 Pa	<b>Comentarios</b>
Revestimiento cal- cemento (Espesor mínimo a cumplir)	<b>0,002 – 0,05</b>	suficientemente hermética
Ladrillo o piedra	0,001 – 0,05	paredes de piedra, pero debido a fugas de las juntas
H. celular, piedra pomez, etc..	0,06 – 0,35	
<b>Cartón yeso</b>	<b>0,002 – 0,03</b>	son conexiones herméticas difícil producir
<b>Madera contrachapada</b>	<b>0,004 – 0,02</b>	requieren conexiones herméticas atención especial permanente
Tablero de partículas, MDF	0,05 – 0,22	inadecuado
<b>Conglomerado</b>	<b>0,001 – 0,003</b>	requieren conexiones herméticas atención especial permanente
Paneles de fibra de vidrio	2 – 3,5	inadecuado
Madera	bis 0,0003	prácticamente no hermético Conexiones
Sarking 1		inadecuado
<b>PE-Película 0,1 mm</b>	<b>0,0015</b>	<b>suficientemente hermética</b>
<b>Cartón alquitranado</b>	<b>0,008 – 0,02</b>	<b>suficientemente hermética</b>
<b>Papel de construcción</b>	<b>0,01 – 3</b>	Sólo cartón / papel resistente permanentemente hermético
Lana mineral	13 – 150	inadecuado.

Tabla 36. Tabla de materiales de construcción y su permeabilidad al aire.  
Fuente. Manual de Construcción. Passivhaus House Institute, 1996.





Cuando se interrumpe esta capa hermética, por una ventana por ejemplo, se aplicará una cinta de una marca adecuada para conectar esta capa hermética y estanca a la ventana, para asegurar así, la continuidad de la capa hermética. Dicha capa deberá estar claramente definida y especificada en la fase de diseño detallado e ilustrado en todos los planos de fabricación.

La hermeticidad al aire de una casa Passivhaus estará definida por la medición de un test de presión de hermeticidad de la vivienda al aire, test de comprobación "insitu".

- Test de presión de hermeticidad del edificio al aire, test de comprobación "in situ":
  - Valor del ensayo de hermeticidad al aire  $\leq 0,6$  ren./h  $n_{50}$  (control de infiltraciones indeseadas).
  - Renovaciones de aire por hora de acuerdo a la EN 1329 para una diferencia de presión de 50 pascales.

La entrega de estos rigurosos estándares en la práctica se ve facilitada por el buen diseño desde el principio.

La ubicación correcta de la capa hermética dentro de la construcción reduce la necesidad de penetraciones para los sistemas de instalación (cableado, tuberías, etc.). Cuando dichas penetraciones son inevitables se utilizarán juntas y ojales para mantener hermético el inmueble. Es importante que los contratistas sean conscientes de los impactos de sus operaciones para el mantenimiento de la barrera hermética y su importancia en el logro general Estándar Passivhaus.

Se recomienda que por lo menos dos pruebas de hermeticidad estén integradas en el programa de construcción. La primera prueba que debe ser encargado, mientras que la capa hermética y estanca esté todavía expuesta al aire, al final de que la carpintería se haya instalado. Y otra prueba a continuación, que podrá llevarse a cabo en la finalización de la obra por un profesional registrado para su inclusión en el PHI certificación expediente.



Figuras 91 y 92. Capas herméticas estancas y juntas.  
Fuente. Guía para el diseño de casa Passivhaus. Passivhaus Institut, 1996.

En las figuras 91 y 92 se ilustran capas herméticas estancas y juntas.



**3.8.2 Resultados de Estanqueidad y hermeticidad del inmueble objeto.** Con el objetivo de conseguir un inmueble estanco y hermético, para evitar las infiltraciones de aire y agua, evitando condensaciones y problemas en los materiales constructivos indeseados se han instalado carpinterías con un caudal de infiltración bajo y la altura entre plantas, no es grande.

Se sellarán juntas, ventanas, puertas mediante láminas de sellante con la finalidad de evitar condensaciones.

Se delimitará la capa continua de hermeticidad, se minimizarán las longitudes de las juntas y se utilizarán materiales que cumplen el valor mínimo de estanqueidad y hermeticidad establecidos en la norma DIN 4108-7 (Edición 2001), tales como las fábricas de ladrillo y los enlucidos incorporados en la envolvente de la vivienda objeto.

Si en alguna zona se interrumpiera la capa hermética se aplicará una cinta antirotura adecuada para conectar esta capa hermética y capa estanca a la ventana.

Según el estándar Passivhaus la hermeticidad al aire de una casa estará definida por la medición de un test de presión de hermeticidad de la vivienda:

- Test de presión de hermeticidad del edificio al aire, test de comprobación "in situ", y se deberá de obtener:
  - Un valor del ensayo de hermeticidad al aire  $\leq 0,6$  ren./h  $n_{50}$  (control de infiltraciones indeseadas).
  - Unas renovaciones de aire por hora de acuerdo a la EN 1329 para una diferencia de presión de 50 pascales (Passivhaus Institut, 1996)

En nuestro inmueble se realizarán estas dos pruebas de hermeticidad integradas en el periodo de construcción. La primera prueba se realizará mientras que la capa hermética y estanca esté todavía expuesta al aire, al final de que la carpintería se haya instalado. Y la segunda prueba se realizará finalizada la obra por un profesional registrado para su inclusión en el PHI certificación expediente.





### **3.9 Protección frente al sol en el inmueble objeto.**

#### **3.9.1 Bases conceptuales de la Protección frente al sol en el estándar Passivhaus.**

Debemos de saber cómo aprovechar la energía solar para el confort de nuestra vivienda y como protegerla cuando sea necesario.

Los colores oscuros y la falta de sombras sobre cerramientos y cubiertas ocasionan ganancias solares que se transmiten a través de los mismos durante todo el año.

En viviendas con mayor aislamiento la incidencia de la radiación solar sobre los paramentos opacos es menor que en edificios mal aislados.

En zonas con elevado nivel de radiación solar como es el caso de Almería es más aconsejable optar por las ganancias solares pasivas a través de huecos que a través de paramentos opacos.

Para evitar las ganancias solares en fachadas y cubiertas usaremos colores claros que aumenten la reflexión solar y el uso de dobles paramentos ventilados en los que el exterior será el que protegerá a la vivienda de la radiación solar.

Respecto a las orientaciones, la orientación más crítica es la suroeste y será recomendable proteger los huecos principales situados al SO+/-90º, es decir desde SE a NO.

Será importante usar la propia vivienda como elemento de sombra, mediante retranqueos y porches.

No alinearemos los huecos de las ventanas a la línea exterior de fachada, sino que lo haremos al interior, produciendo retranqueos que ayudarán como protección solar.

Se protegerán los huecos de sol, la protección más efectiva será la que se instale en el exterior como toldos, sino fuese posible se podrá realizar colocando la protección entre vidrios o desde el interior del inmueble (IDAE y col., 2011).

#### **3.9.2 Resultado de los Sistemas de protección frente al sol del inmueble objeto.**

Considerando la necesidad de producir sombras y de proteger el inmueble de los rayos solares se ha instalado un sistema de protección solar en ventanas para obtener una mayor eficiencia energética de iluminación.

El sistema instalado se trata de un sistema de lamas exteriores correderas de PVC en color gris claro, con posibilidad de mantener distintas inclinaciones y plegarse en la parte superior haciendo de toldo fijo.

En ventanas de planta alta de la fachada sur las lamas se han instalado de forma horizontal para disminuir los rayos solares que en esta fachada inciden de forma directa, sin embargo en fachadas oeste las lamas se han instalado de manera vertical para disminuir los rayos solares excesivos que inciden lateralmente en estas fachadas y orientar la luz beneficiosa para iluminar zonas deseadas orientando el sentido de la lamas.



En fachada norte no se han instalado este tipo de protecciones solares, ya que en esta fachada es sol incidirá de una manera menos perjudicial.

Todo esto para aprovechar de una manera más óptima la luz solar natural y ahorrar energéticamente en iluminación en la vivienda. Orientaremos a nuestro juicio el sentido de las lamas para dirigir los rayos solares iluminando una zona u otra de la vivienda.

Esta instalación de sistemas de protección solar mejora el confort interior de la vivienda y disminuyen los reflejos solares que producen a veces las ventanas exteriores de fachada del inmueble debido al sol. Son beneficiosas tanto en invierno como en verano, permiten controlar, la orientación de la luz solar, la ventilación de la vivienda y ayudan producir sombras (Graven, 2013).

El inmueble propuesto además contará con una terraza exterior saliente en la fachada sur, construida en planta alta y que sirve para proyectar sombras hacia la planta baja, los huecos de esta planta y el porche situado en esta misma zona, protegiendo esta zona principal de la vivienda del sobrecalentamiento producido por el sol.

Incorporaremos persianas exteriores de aluminio enrollables en caja de persiana incrustada en el cerramiento de fachada, este tipo de persianas cumplen los requisitos de aislamiento, seguridad y mantenimiento. Son muy resistentes a las condiciones más adversas del clima, como es el viento fuerte de Almería.

La instalación de persianas se realiza con el objetivo de ahorro de energía, hacer los huecos más impermeables al agua, para aislar los huecos del viento, por sus propiedades acústicas y por su seguridad antirrobo.

### **Sistemas de protección solar (figura 93)**

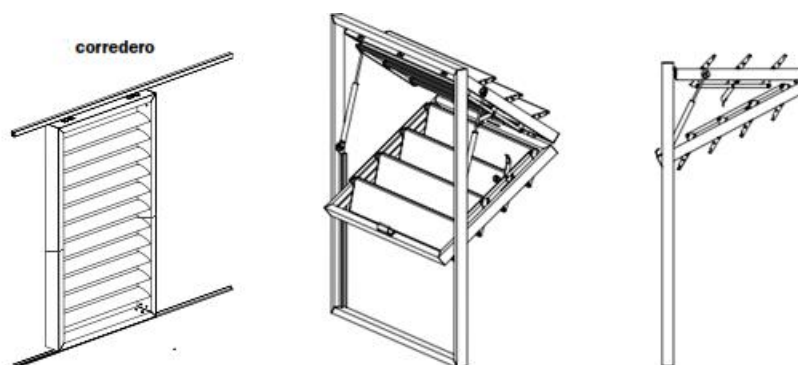


Figura 93. Sistemas de protección solar exterior en huecos de fachada.  
Fuente: catálogo general, sistemas de protección exterior Graven.

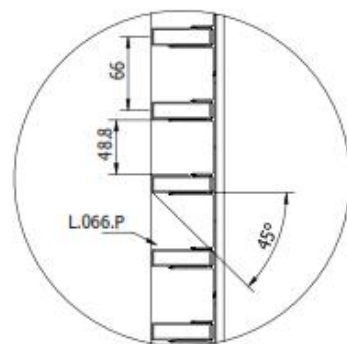
Estos sistemas tienen unas fugas de aire menores a 3 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, tal y como se muestra en la tabla siguiente.



En la tabla 37 se muestran las características de estanqueidad al agua de los sistemas de protección solar en la vivienda en la figura 94 la apertura visual perpendicular, ángulo límite en entrada de la luz solar y paso de lama los sistemas de protección solar, en la figura 95 y tabla 38. Imagen y cualidades de las persianas enrollables interiores instaladas.

CLASE	PERMEABILIDAD (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	PRESIÓN (Pa)
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>600</b>

Tabla 37. Estanqueidad al agua de los sistemas de protección solar en la vivienda.  
Fuente: catálogo general, sistemas de protección exterior Graven.



- Apertura visual perpendicular: 73,9%
- Ángulo límite de entrada de la luz del sol: 45°
- Paso de lama: 66 mm

Figura 94. Apertura visual perpendicular, ángulo límite de entrada de la luz solar y paso de lama en los sistemas de protección solar.  
Fuente: catálogo general, sistemas de protección exterior Graven.

### **Persianas enrollables interiores de Aluminio**



Tapones antideslizantes

Se instalan en los extremos de las lamas, asegurando así un perfecto funcionamiento de la persiana.

- Impermeable al agua.
- Resistente al viento.
- Posibilidad de regular entrada sol.
- Propiedades acústicas
- Seguridad antirrobo.
- Ahorro de energía "calefacción".

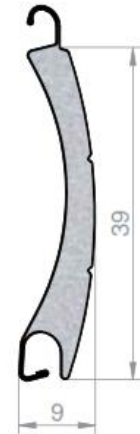
Figura 95 y Tabla 38. Imagen y cualidades de las persianas enrollables interiores instaladas.  
Fuente: catálogo general, sistemas persianas de PVC Master metal.



En la tabla 39 se muestran los datos técnicos de las persianas enrollables interiores instaladas en la tabla 40 las clases de resistencia al viento en persianas enrollables interiores.

**Datos técnicos / Données techniques**

Superficie de cobertura <i>coverage surface</i>	39 mm
Espesor nominal <i>nominal thickness</i>	9 mm
Peso aproximado por m <sup>2</sup> <i>proximate weight per m<sup>2</sup></i>	2.38 kg/m <sup>2</sup> *
Nº de lamas/m. de altura <i>Nº slates/m. height</i>	26
Ancho máximo recomendado <i>maximum weight recommended</i>	2.5 m
Alto máximo recomendado <i>Maximum height recommended</i>	2.5 m
Peso por metro lineal de lama <i>weight per slat lineal meter</i>	0.093 kg/ml
Densidad de la espuma de poliuretano <i>polyurethane foam density</i>	70-80 kg/m <sup>3</sup>
Diámetro eje mínimo de enrollamiento <i>minimum diameter of the winding shaft</i>	42 mm
Resistencia a la carga de viento <i>resistance to wind load</i>	Clase 4 **



\* Peso de la lama sin rozamiento  
*slat frictionless weight*

\*\* Clasificación según norma EN 13659:2004 con rango de Clase 1 a 6 y método de ensayo según norma EN 1932:2001

Tabla 39. Datos técnicos de las persianas enrollables interiores instaladas.  
Fuente: catálogo general, sistemas persianas de Aluminio Master metal.

**CLASES DE RESISTENCIA AL VIENTO / Wind types resistance**

	Presión Nominal del Ensayo P (N/m <sup>2</sup> )		Presión de Ensayo de Seguridad 1.5P (N/m <sup>2</sup> )	
	Fuerza viento (N/m <sup>2</sup> )	Velocidad viento (km/h)	Fuerza viento (N/m <sup>2</sup> )	Velocidad viento (km/h)
CLASE 0	<50	<32.83	<75	<39.84
CLASE 1	50	32.83	75.00	39.84
CLASE 2	70	38.49	100.00	46.44
CLASE 3	100	46.44	150.00	56.77
CLASE 4	170	59.98	250.00	73.44
CLASE 5	270	75.58	400.00	92.91
CLASE 6	>400	>92.91	600.00	113.79



Tabla 40. Clases de resistencia al viento en persianas enrollables interiores.  
Fuente: catálogo general, sistemas persianas de Aluminio Master metal.



En la figura 96 se muestra una imagen de persiana enrollable de Aluminio para exterior y ventana abatible de PVC en la figura 97 imágenes de la vivienda propuesta mostrando la terraza exterior.



Figura 96. Imagen de persiana enrollable de Aluminio para exterior y ventana abatible de PVC.  
Fuente: catálogo general, sistemas persianas de PVC Master metal.

**Terraza situada en planta alta.**

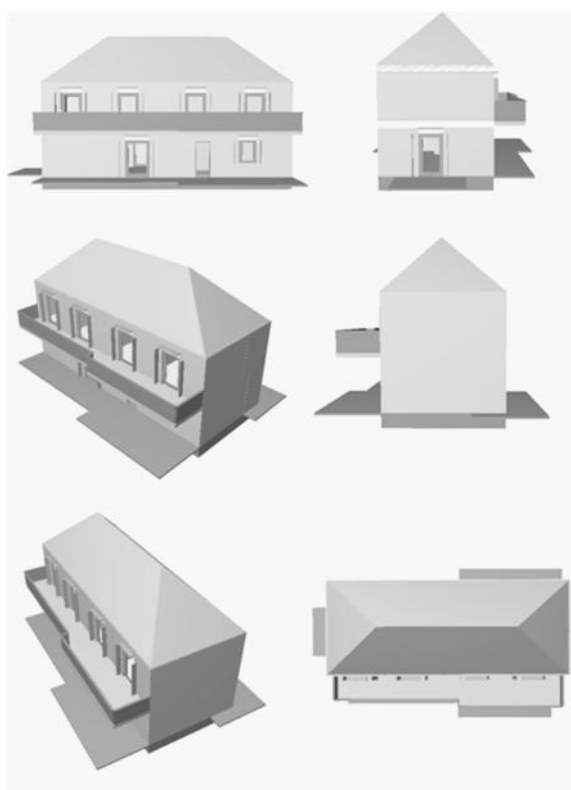


Figura 97. Imágenes de la vivienda viendo la terraza exterior.  
Fuente. Diseño propio.



➤ **Sistemas de protección solar y persianas en fachada norte y sur (figura 98).**

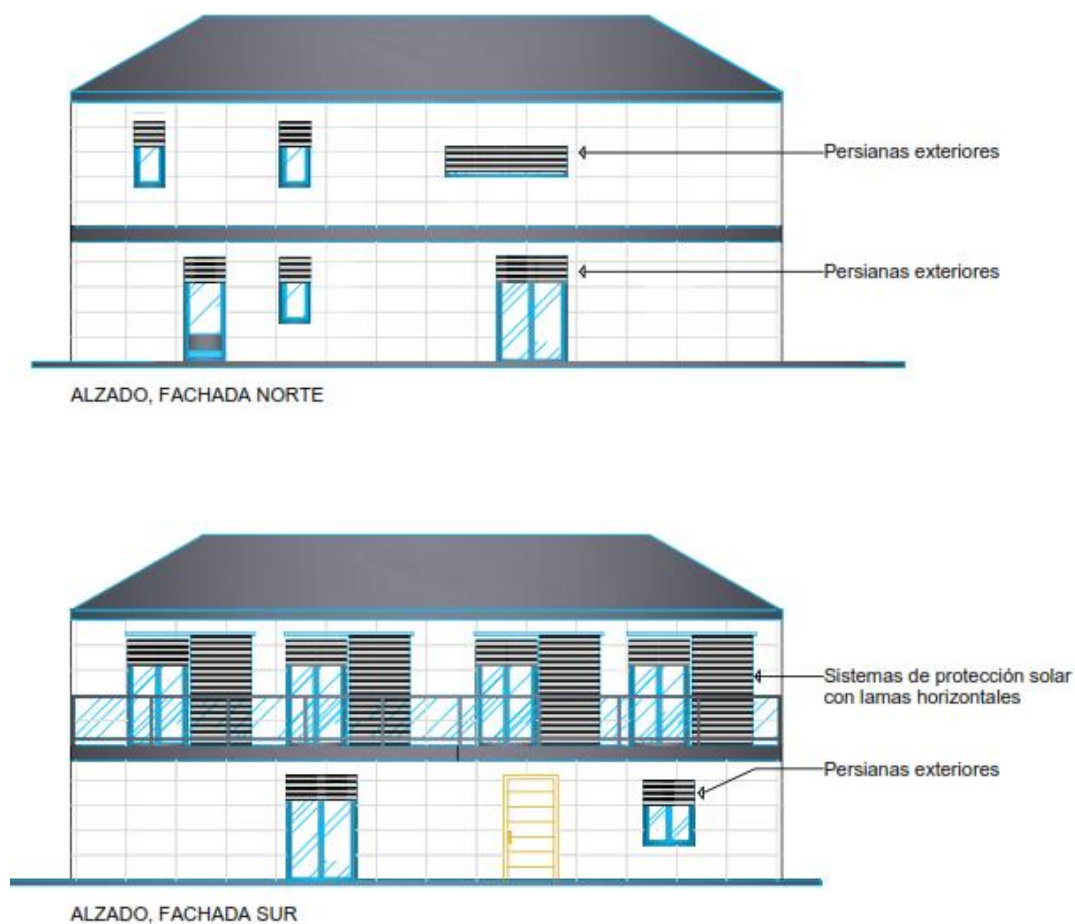


Figura 98. Persianas exteriores en fachada norte y sur, y sistemas de protección solar con lamas horizontales en fachada sur.  
Fuente. Elaboración propia.



- **Sistemas de protección solar y persianas en fachada este y oeste (figura 99).**

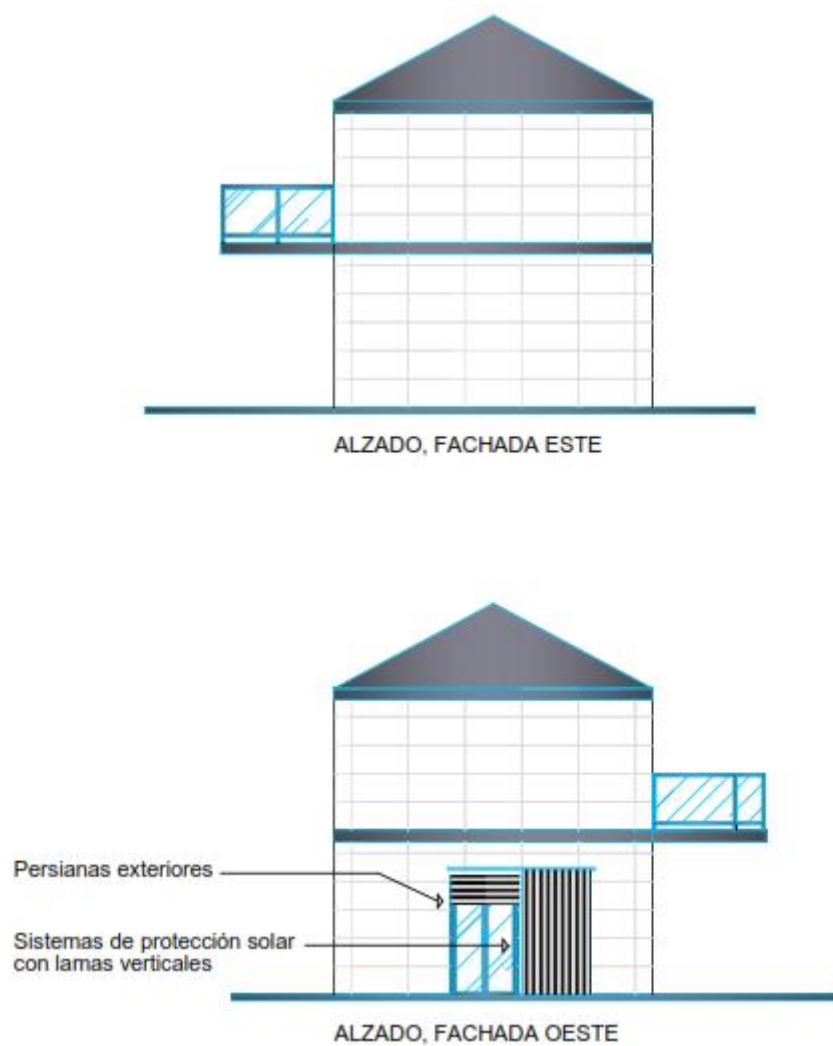


Figura 99. Persianas exteriores y sistemas de protección solar con lamas verticales en fachada oeste.  
Fuente: Diseño propio.





### 3.10 Ventilación Mecánica en el inmueble propuesto

#### 3.10.1 Bases conceptuales de la Ventilación Mecánica en el estándar Passivhaus.

Los edificios deben de poseer una ventilación mecánica como medio para mejorar la salubridad del aire que respiramos y evitar condensaciones superficiales e intersticiales, controlando la concentración de CO<sub>2</sub>, los bioefluentes y la humedad.

Para edificios residenciales cumpliremos la CTE-HS-3 sobre calidad del aire interior.

Los edificios residenciales deberán de disponer de un sistema híbrido o mecánico:

- **Ventilación híbrida.** Cuando las condiciones de presión y temperatura son favorables, la renovación del aire se produce mediante ventilación natural y cuando son desfavorables, mediante extracción mecánica.
- **Ventilación mecánica.** La renovación del aire se produce mediante equipos electromecánicos dispuestos al efecto en la extracción. Con y sin admisión mecánica.

El aire circulará desde los cuartos secos a los húmedos. Comedores, dormitorios y salas de estar dispondrán de abertura de admisión, mientras que aseos, cocinas y baños dispondrán de aberturas de extracción. Las particiones entre cuartos húmedos y secos dispondrán de aberturas de paso, las más comunes serán las ubicadas en los dinteles de las puertas.

En la tabla 41 se representa una tabla que recoge los caudales de ventilación mínimos exigidos para cada tipo de local, en la tabla 42 un ejemplo de cálculo de caudales de cálculo mediante aproximación, y en la tabla 43 un ejemplo de cálculo de caudales de aire mediante corrección (CTE-HS3, 2009; Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y col., 2011).

		CAUDAL DE VENTILACIÓN MÍNIMO EXIGIDO q <sub>v</sub> (l/s)		
		Por ocupante	Por m <sup>2</sup> útil	En función
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2 <sup>1</sup>	50 por local <sup>2</sup>
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

Tabla 41. Caudales de ventilación mínimos exigidos.  
Fuente. CTE HS3.



Cocinas, salones, dormitorios y salas de estar dispondrán de un sistema complementario de ventilación natural, mediante ventana exterior o puerta.

Las cocinas dispondrán de un sistema de ventilación con extracción mecánica para vapores y contaminantes de cocción. Mediante extractor conectado a un conducto de extracción independiente a los de ventilación general de la vivienda (CTE-HSE3, 2009; DAE y col., 2011).

LOCAL	CAUDAL (l/s)	AIRE DE	CAUDAL (l/s)
Baño	15	Extracción	65
Cocina	$(2 + 8) \cdot 5 = 50$		
Dormitorio 1	$2 \cdot 5 = 10$	Admisión	40
Dormitorio 2	$2 \cdot 5 = 10$		
Dormitorio 3	$1 \cdot 5 = 5$		
Salón	$5 \cdot 3 = 15$		

Tabla 42. Ejemplo de cálculo de caudales de aire. Primera aproximación.  
Fuente. [www.idae.es](http://www.idae.es)

LOCAL	CAUDAL (l/s)	AIRE DE	CAUDAL (l/s)
Baño	15	Extracción	65
Cocina	50		
Dormitorio 1	15	Admisión	65
Dormitorio 2	15		
Dormitorio 3	10		
Salón	25		

Tabla 43. Ejemplo de cálculo de caudales de aire. Corrección.  
Fuente. [www.idae.es](http://www.idae.es)

El tipo de ventilación propuesto por Passivhaus en los de ventilación mecánica controlada de doble flujo.

Según Passivhaus:

- El caudal de aire mínimo de renovación será de 30 m<sup>3</sup>/h.persona
- El sector residencial, la ocupación estimada de 1 persona/30 m<sup>2</sup>.
- El caudal de aire mínimo de renovación será de 1 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>, equivalente a unas renovaciones de 0,3 h<sup>-1</sup>.
- Se aconseja un dimensionado mínimo de 2 personas/cuarto, y/o 0,3 renovación/h.

En la tabla 44 siguiente se muestran los caudales de ventilación que se recomiendan según Passivhaus y los que exigen el CTE para cada diámetro de conducto (CTE, 2009; Passivhaus House Institute, 1996).



DN (mm)	SEGÚN PASSIVHAUS $q_{v,max}$ (l/s)	SEGÚN CTE $q_{v,max}$ (l/s)
100	15	30
125	30	50
160	60	80
200	105	125

Tabla 44. Caudales de ventilación Passivhaus. CTE.  
Fuente. www.idae.es

En viviendas donde la demanda anual tanto en calefacción como en refrigeración deba ser inferior a 15 kWh/m<sup>2</sup>.a, con potencias térmicas del orden de 10 W/m<sup>2</sup>, el análisis de la climatización deberá realizarse desde una nueva perspectiva, permitiendo una escala distinta (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2011).

En la figura 100 se muestra la eficiencia en la ventilación Passivhaus.

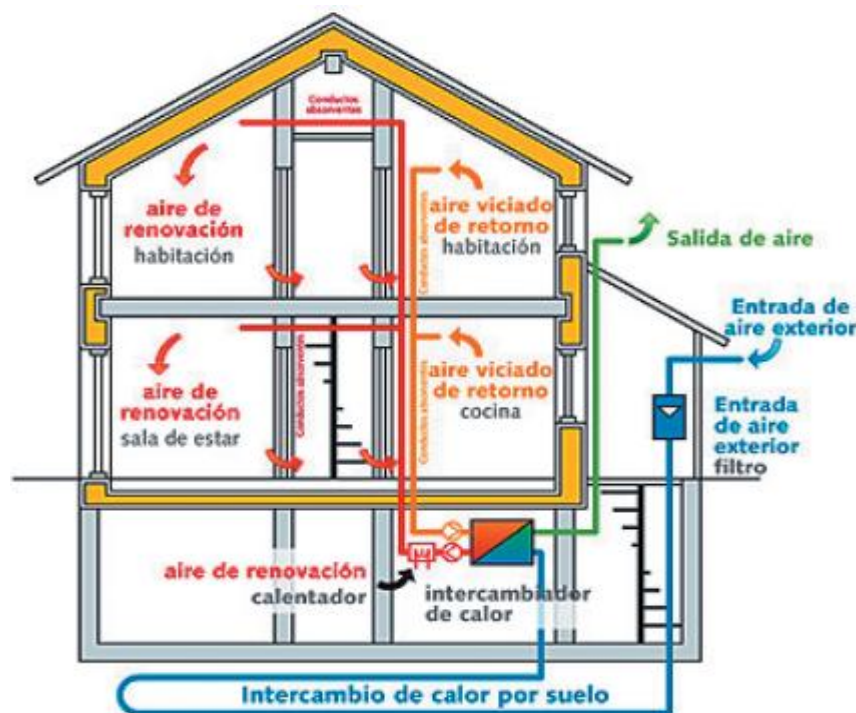


Figura 100. Eficiencia en la ventilación Passivhaus.  
Fuente. Instituto Casa Pasiva Darmstadt.

La ventilación de recuperación de calor convenientemente diseñada permite, en primer lugar, una buena calidad del aire interior, y en segundo lugar, que ayuda a ahorrar energía. En la casa pasiva al menos el



75% del calor desde el aire de escape se transfiere al aire fresco de nuevo por medio de un intercambiador de calor.

Sólo las unidades de ventilación que han sido certificados por el Instituto Passivhaus tendrán una eficiencia de recuperación de calor de  $\geq 75\%$  (Calculado según el Passivhaus Institut metodología) y un ventilador específico.

Debe especificarse el poder de  $\leq 0,45$  Wh/m<sup>3</sup>. Se realizará la instalación detallada para limitar estrictamente cualquier transferencia de ruido no deseado de la unidad de ventilación y la transferencia de sonido entre las habitaciones (Passivhaus Institut, 1996).

### **3.10.2 Resultado de la Ventilación mecánica en el inmueble objeto.**

Se instalará un sistema de ventilación mecánica con la finalidad de mejorar el aire interior del inmueble y para evitar condensaciones superficiales e intersticiales, controlando la concentración de CO<sub>2</sub>, la humedad y los biofluentes.

La instalación incorporada cumplirá con el CTE-HS3 sobre calidad del aire interior. En España se puede optar por la ventilación híbrida, sin embargo el inmueble objeto atenderá a las recomendaciones del estándar Passivhaus instalando un sistema de ventilación mecánica.

Optaremos por la ventilación mecánica y no por la ventilación híbrida por ser más restrictiva y beneficiosa para la calidad del aire y confort del inmueble propuesto.

Para cumplir el requisito básico de habitabilidad en España se deberá satisfacer, entre otras, la Exigencia Básica HS 3 "Calidad del aire interior" regulada por el Código Técnico de la Edificación que establece que:

"1.Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

2.Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá con carácter general por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, y de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas." (CTE-HSE3, 2009).

Con el presente Documento se justifica el cumplimiento, en la fase de proyecto, de esta exigencia básica.

#### HS 3.0.2.- Ámbito de aplicación de la sección HS 3 DEL DB HS.

El Art. 1.1 de la sección HS 3 "Calidad del aire interior" del Documento Básico HS Salubridad, establece su ámbito de aplicación a:



“los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes” (CTE-HSE3, 2009).

La inmueble objeto de proyecto está destinada a vivienda, por lo que se encuentra dentro del ámbito de aplicación de la sección HS 3 del DB HS y esta sección del Documento Básico HS deberá tenerse en cuenta.

La aplicación de soluciones técnicas basadas en la sección HS 3 “Calidad de aire interior” del DB HS Higiene y salubridad son suficientes para acreditar el cumplimiento del requisito básico y aseguran la satisfacción de la exigencia básica y la superación de los niveles mínimos de calidad demandados, por lo que se ha optado por cumplir con sus determinaciones. De esta manera se justifica el cumplimiento de esta sección del Documento Básico HS.

### HS 3.1.- Condiciones establecidas para los caudales

#### HS 3.1.1.- Caracterización y cuantificación de las exigencias.

El caudal de ventilación mínimo para los locales se obtiene de la Tabla 1.1 del DB HS 3 (tabla 45), según el uso de las distintas dependencias del edificio proyectado y se resume en:

<b>DEPENDENCIA</b>	<b>Caudal de ventilación mínimo exigido <math>q_v</math> (l/s)</b>
Dormitorios	5 por ocupante
Sala de estar o comedor	3 por ocupante
Aseos y cuartos de baño	15 por local
Cocina (*)	2 por m <sup>2</sup> útil
Trastero	0,7 por m <sup>2</sup> útil
Garaje	120 por plaza
Almacenes de residuos	10 por m <sup>2</sup> util

(\*)En el caso que la cocina disponga de un sistema de cocción por combustión, o esté dotada de una caldera no estanca, el caudal de ventilación mínimo se incrementará en 8 l/s.

Tabla 45. Tabla 1.1 del CTE-DB HS según el uso de las dependencias del edificio.  
Fuente. CTE-DB HS3, 2009.

### HS 3.2.- Condiciones de diseño del sistema de ventilación.

#### HS 3.2.1.- Ventilación de la vivienda.

##### HS 3.2.1.1.- Sistema de ventilación elegido

“Todos los locales secos del edificio comunican directamente con el exterior o a un espacio en cuya planta pueda situarse un círculo cuyo diámetro sea igual a un tercio de la altura del cerramiento más bajo de los que lo delimitan y no menor que 3,00 m, por lo que la entrada de aire puede hacerse de forma natural por las fachadas” (CTE-HSE3, 2009).



Por tanto, en la vivienda objeto del proyecto se instalará un sistema de EXTRACCIÓN MECÁNICA DEL AIRE VICIADO MEDIANTE UN VENTILADOR INDIVIDUAL Y ADMISIÓN NATURAL DEL AIRE EXTERIOR POR LAS FACHADAS.

Todos los recintos del inmueble disponen además, de un sistema complementario de ventilación natural mediante una ventana practicable o una puerta recayentes a un espacio exterior, como es la parcela de la misma.

#### HS 3.2.1.2.- Condiciones generales de los sistemas de ventilación.

"Sistema de ventilación general de la vivienda

En cumplimiento del DB HS 3 la renovación del aire interior de cada vivienda se realizará mediante la entrada de aire puro exterior a través de todos los locales secos (salon, comedor, dormitorios ,etc) y la extracción del aire interior viciado por los locales húmedos (baños, cocina, etc) mediante los siguientes elementos:

Locales secos tendrán aperturas fijas en la carpintería que comunican directamente con el exterior por los que entrará el aire exterior. Disponen de aperturas de paso (AP) situadas en las paredes o puertas interiores que permiten la circulación del aire hacia los locales húmedos.

Locales húmedos tendrán aperturas de paso (AP) en sus particiones o puertas por las que entrará el aire puro exterior procedente de los locales secos y aberturas de extracción (AE) conectadas al sistema de extracción por las que se eliminará el aire viciado" (CTE-HSE3, 2009).

Al tratarse de una vivienda UNIFAMILIAR se proyecta un **sistema de extracción individual**, compuesto por los siguientes elementos:

- Conductos horizontales de PVC flexible de  $\varnothing 80$  y  $\varnothing 125$  mm que partirán desde las bocas de aspiración situadas en los locales húmedos y terminarán en el extractor que se colocará en el falso techo de uno de estos locales.
- Grupo de extracción específico para viviendas unifamiliares, formado por ventilador centrífugo y motor 230 V/50 Hz con dos velocidades.
- Conducto vertical de PVC rígido, con el diametro obtenido del cálculo, desde el grupo de extracción hasta el exterior, terminado con un sombrero.
- **Sistema de ventilacion especifico de la cocina:**

La cocina dispone, además, de dos sistemas adicionales específicos de ventilación:

- Extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. La campana extractora estará conectada a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no podrá utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso.
- Conducto de salida de humos del grupo térmico para producción de ACS/Calefacción si se instalase. Se realizará con un tubo de acero del diámetro resultante del cálculo.



▪ **Sistema complementario de ventilación natural**

Los locales secos y la cocina disponen, además, de un sistema complementario de ventilación natural por la carpintería exterior practicable, con una superficie total practicable de las ventanas y puertas exteriores de cada local mayor que 1/20 de la superficie útil del mismo.

HS 3.3.- Condiciones de dimensionado de los elementos

Tras el proceso de diseño y trazado de la instalación, con todos sus elementos, realizamos los cálculos necesarios para un dimensionamiento exacto de la instalación de ventilación, cumpliendo las condiciones generales de cálculo previstas en el apartado correspondiente del presente proyecto.

HS 3.3.1.- Dimensionado de la ventilación de la vivienda

HS 3.3.1.1.- Sistema de ventilación general.

▪ **Caudales y aberturas de ventilación:**

Para el equilibrado de los caudales se han considerado las condiciones de circulación del aire desde el exterior hasta las bocas de extracción.

En base a la asignación de ocupantes definida en el Art. 2.2. obtendremos los caudales mínimos de ventilación de cada dependencia, que han sido convenientemente equilibrados, y con estos valores y la formulación establecida en el Apartado 4.1 del DB, obtendremos el dimensionado de los huecos de ventilación que se recoge en este cuadro (tabla 46):

ADMISION POR LOS LOCALES SECOS					EXTRACCION POR LOS LOCALES HUMEDOS					
LOCAL	CAUDAL DE AIRE (l/s)		SECCION ABERTURAS (cm <sup>2</sup> )		LOCAL	CAUDAL DE AIRE (l/s)		SECCION ABERTURAS (cm <sup>2</sup> )		DIAM COND (mm)
	Qv MINIMO	Qva EQUILIB	Se ADMISION	Sp PASO		Qv MINIMO	Qva EQUILIB	Sp PASO	Se EXTRAC	
SALON	18,00	29,08	116,00	233,00	COCINA	26,92	26,92	215,16	107,94	100
					ASEO	15,00	15,00	120,00	60,00	80
					LAVADERO	15,00	15,00	120,00	60,00	80
DORMIT PPAL	10,00	15,00	60,00	120,00	BAÑO 1	15,00	20,00	160,00	80,00	80
DORMITORIO	10,00	10,00	40,00	80,00	BAÑO 2	15,00	20,00	160,00	80,00	80
DORMITORIO	10,00	10,00	40,00	80,00						
DESPACHO	10,00	10,00	40,00	80,00						
<b>CAUDAL TOTAL DE AIRE A EXTRAER</b>							96,92			

Tabla 46. Caudal de aire a extraer.  
Fuente. Elaboración propia.





El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local será como mínimo aquí definido y el área de las aberturas de admisión fijas no podrán excederse en más de un 10%.

▪ **Conducto vertical de extracción de aire**

En base al caudal total que se debe extraer de la vivienda y según el procedimiento de dimensionado del apartado 4.2.2. de DB HS 3, obtendremos los valores recogidos en este cuadro para el conducto vertical de extracción y el tramo más desfavorable de la instalación (tabla 47):

**CONDUCTOS DE EXTRACCION**

TRAMO		CAUDAL AIRE (l/sg)	DIMENSION (mm)		VELOC. AIRE (m/sg)	LONGITUD TRAMO (m)			PERDIDAS	
REF	CARACTERISTICAS		Diámetro Equiv.	SECCION		Real L <sub>Real</sub>	Equiv. L <sub>Equiv.</sub>	Total L <sub>TOTAL</sub>	Unit. (Pa/m)	Tramo (Pa)
GRAL	CUBIERTA	96,92	165	Ø 165	2,40	1,50	1,70	3,30	4,06	6,90
<b>PERDIDAS EN EL TRAMO MAS DESFAVORABLE</b>										6,90

Tabla 47. Pérdidas en el tramo más desfavorable.  
Fuente. Elaboración propia.

▪ **Características del extractor de aire**

El extractor deberá ser capaz de impulsar el caudal total de aire que se extrae de la vivienda, venciendo las pérdidas de presión ocasionadas por la red de conductos en su tramo más desfavorable.

Por ello, las características mínimas que se le exigirán son:

Caudal mínimo (l/sg) .....	93,00
Pérdidas de presión (Pa) .....	6,90

Con estos valores se seleccionará, de entre los modelos comerciales existentes, aquel extractor que cumpla ambos requisitos.

HS 3.3.1.2.- Sistema de ventilación específico de la cocina.

▪ **Conductos para la campana extractora de humos la cocina**

Las campanas extractoras habituales en viviendas tienen un caudal de 200 m³/h en los equipos más básicos y de 600 a 800 m³/h en la gama alta o para usos industriales.

Según la Tabla 2.1 del HS 3 (tabla 48), el caudal mínimo correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina es de 50 l/s (180 m³/h), por lo que a falta de mayor información dimensionaremos los conductos este caudal establecido en el CTE (CTE-HSE3, 2009).



**CONDUCTO VERTICAL DE LA CAMPANA DE EXTRACCION**

CONDUCTO		CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO		
REF.	DEPENDENCIAS QUE VENTILA	RAMAL INDV.DE CONEXIÓN (mm)	CAUDAL ACUMULADO Q <sub>ve</sub> (l/s)	TRAMO COMÚN (mm)
CV1	1 Cocina	Ø 110	50	Ø 110

Tabla 48. Diámetro del conducto vertical de campana de extracción.  
Fuente. Elaboración propia.

Previo a los extractores de las cocinas debe disponerse un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando debe reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

▪ **Conductos para el calentador de ACS**

El dimensionado de este conducto se realiza y justifica en la memoria de justificación del cumplimiento del CTE "HS 4 Suministro de Agua", al que nos remitimos.

HS 3.3.1.3.- Sistema de ventilación natural complementaria.

Como sistema de ventilación natural complementario, las dependencias en las que sea exigible, dispondrán de ventanas y puertas exteriores con superficie practicable mayor que 1/20 de la superficie útil de la estancia.

La figura 49 muestra el sistema de ventilación natural complementaria.

DEPENDENCIA		HUECO PRACTICABLE		
REFERENCIA	SUP. UTIL (m <sup>2</sup> )	DIMENSIONES (m)	SUP. PRACTICABLE (m <sup>2</sup> )	SUP. MINIMA (m <sup>2</sup> )
Salón comedor	30,19	1,40 x 2,10	2,56	> 1,51
		1,40 x 2,10	2,56	
		1,20 x 2,10	2,15	
Cocina	13,46	1,00 x 1,30	1,30	> 0,617
Lavadero	3,59	0,80 x 2,10	1,68	
Dormitorio 1	11,10	1,20 x 2,10	2,15	> 0,56
Dormitorio 2	13,72	1,20 x 2,10	2,15	> 0,69
Dormitorio 3	9,47	1,20 x 2,10	2,15	> 0,47
Despacho	6,86	1,20 x 2,10	2,15	> 0,34

Tabla 49. Sistema de ventilación natural complementaria.  
Fuente. Elaboración propia.

Las aberturas de extracción se conectarán a conductos de extracción y se dispondrán a una distancia del techo de menor que 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm.



Los aireadores deben disponerse a una distancia del suelo mayor que 1,80 m (CTE-HSE3, 2009).

El tipo de ventilación instalada será de ventilación mecánica controlada de doble flujo como aconseja el estándar Passivhaus.

Las unidades de ventilación tendrán una eficiencia de recuperación de calor de  $\geq 75\%$  y un ventilador específico.

Con un consumo energético por metro cubico de  $\leq 0,45$  Wh/m<sup>3</sup>.

Se eliminará cualquier transferencia ruido no deseado de la unidad de ventilación y la transferencia de sonido entre las habitaciones (Passivhaus Institut, 1996).

Cada conducto de extracción mecánica dispondrán de un aspirador mecánico. Se aislarán térmicamente sus paredes para evitar que se produzcan condensaciones y serán estancos al aire.

Se dispondrá de un sistema automático para que los aspiradores mecánicos de la vivienda funcionen simultáneamente e impidan la inversión del desplazamiento del aire.

El aspirador mecánico se colocará aplomado y sujeto al conducto de extracción o a su revestimiento.

El sistema de ventilación mecánica se colocará sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.

Los empalmes y conexiones serán estancos y estarán protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos. (CTE-HS3, 2009).

### **Equipo a instalar (figura 101)**



Figura 101. Equipo de extracción e impulsión para el inmueble.  
Fuente: Catálogo técnico Sodeca, 2013.



Central de extracción e impulsión de aire, con recuperador de calor de alta eficacia, para viviendas unifamiliares.

La central de aire está diseñada para la impulsión de aire a través de las zonas secas de la vivienda, comedor y habitaciones, y realizar la extracción a través de las zonas húmedas, cocina y baños. En invierno el recuperador de calor de alta eficiencia (hasta 93%), recupera el calor de la vivienda por la extracción y lo transfiere otra vez a la vivienda a través del aire inyectado del exterior.

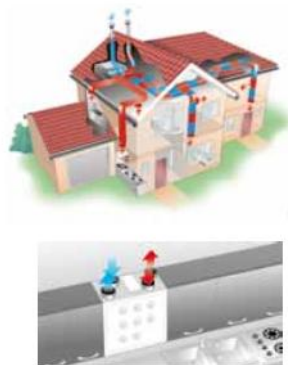
Características generales:

- Diseñado para trabajo continuo, en posición horizontal y vertical.
- Perfecto diseño de rodete y envolvente para conseguir altas prestaciones con poco ruido y muy alta eficiencia eléctrica.
- Muy silencioso.

Version:

HR-400

- Control remoto a distancia por wireless, donde además de controlar la central, se recibe información instantánea desde la central, sobre los niveles de confort del aire.
- Display para visualizar los parámetros de temperatura, humedad y CO<sub>2</sub> que captan los sensores de la central de aire.
- En funcionamiento normal, los caudales de extracción e impulsión son siempre iguales.
- En funcionamiento completamente automático, la central de aire, mediante los sensores integrados de temperatura, humedad y CO<sub>2</sub>, se autogestiona para mantener las condiciones ambientales introducidas.
- En funcionamiento automático se consigue un gran ahorro energético.
- La condensación que se pueda crear, es expulsada automáticamente al exterior.
- En verano se pone en funcionamiento automáticamente el bypass, para evitar la pérdida de aire acondicionado.



- Construcción:
- HR-400 y HR-400M
  - Unidad exterior en poliespuma de gran espesor con gran atenuación acústica
  - Ventiladores en polipropileno
  - Control remoto en material plástico de gran resistencia
  - Caja interior en material plástico autoextinguible V0
  - Filtros F5 en aportación y extracción (F7 opcional)
  - Recuperador de calor de alta eficiencia (hasta 92%)

Figura 102. Construcción para Equipo de extracción e impulsión para el inmueble.  
Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013.



En la figura 102 se muestra el modo de construcción para Equipo de extracción e impulsión para el inmueble, en la figura 1.3 los accesorios para este equipo de extracción e impulsión y en la figura 104 y tabla 50 las características técnicas del Equipo de extracción e impulsión para el inmueble.

**Accesorios**

Ver apartado accesorios.



Figura 103. Accesorios para Equipo de extracción e impulsión para el inmueble.  
Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013.

Modelo	A	B	C	D	ød	E	F	G	H	H1	I	J	K	L
PROMETEO HR-400	840	504	100	85	150	156,7	99	180,7	935	560	220	176	133,6	76
PROMETEO HR-400-M	840	504	100	85	150	156,7	99	180,7	935	560	220	176	133,6	76

Modelo	A	B	C	D	ød	E	G	H	H1	I	J	K
PROMETEO HR-200	595	292	127	86,5	125	79,5	289	480	69	229	155	68,5

**Dimensiones mm**

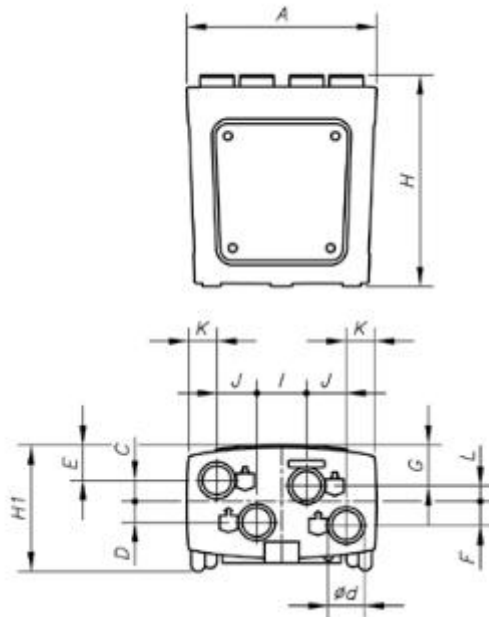


Figura 104 y tabla 45. Características técnicas del Equipo de extracción e impulsión para el inmueble.

Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013.



**Características técnicas**

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máx. admisible(A) 220-240V	Potencia (W)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel sonoro irradiado* dB(A)	Peso (Kg)
PROMETEO HR-200	2340	0,65	75	208	39,0	19
<b>PROMETEO HR-400</b>	<b>3500</b>	<b>1,5</b>	<b>195</b>	<b>420</b>	<b>46,5</b>	<b>25</b>
PROMETEO HR-400M	3500	1,5	195	420	46,5	25

\*Nivel de Presión Sonora irradiado a 3 m en campo libre

Tabla 51. Características técnicas del Equipo de extracción.  
Fuente: Catálogo técnico Sodeca, 2013.

**Curvas características**

Q= Caudal en m³/h y m³/s.  
Pc= Presión estática en mm.c.a. y Pa

PROMETEO HR-400

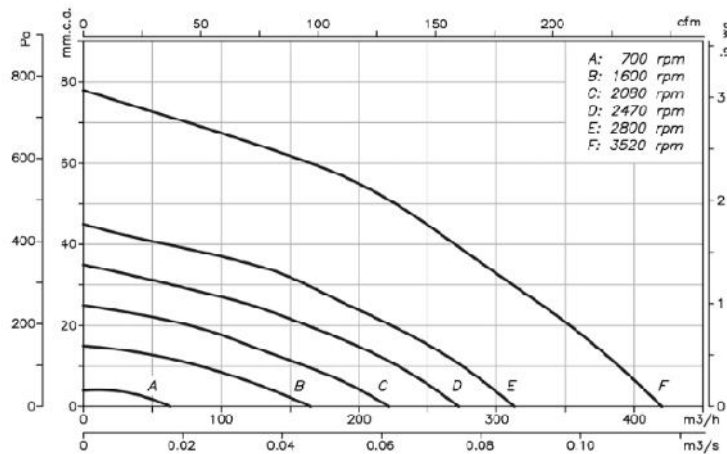


Figura 105. Curva de características del Equipo de extracción.  
Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013.

En la tabla 51 se muestran las características técnicas del Equipo de extracción, en la figura 105 la curva de características del Equipo de extracción, en la figura 106 los extractores de baño a instalar, en la figura 107 las dimensiones del extractor para baños y aseo, en la tabla 52 las características técnicas del extractor para baños y aseo y por último en la figura 108, los accesorios para el extractor de baños y aseo.



**Extractores de baño extraplano, con estético y moderno diseño**



- Integración arquitectónica con los elementos del baño
- Ultra-silenciosos
- Diseño extraplano con solo 17 mm del grosor
- Alto rendimiento gracias a su aerodinámico diseño
- Fácil y rápida instalación

**Construcción:**

- Acabado en blanco
- Compuerta anti-retorno incorporada en todos los modelos
- Construido con materiales reciclables

**Motor:**

- BASIC: funciona con el interruptor de la luz o independiente
- TIMER: funciona con temporizador electrónico regulable
- AUTO: funciona con persiana de apertura y cierre automática
- LL: Rodamientos a bolas Long Life

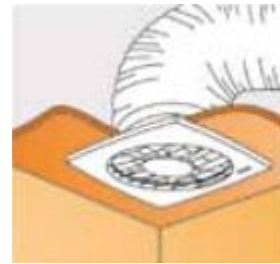
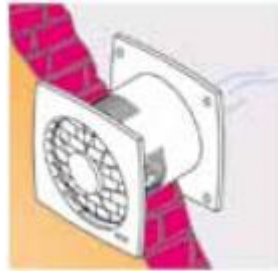


Figura 106. Extractores de baño a instalar.  
Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013.

**Dimensiones mm**

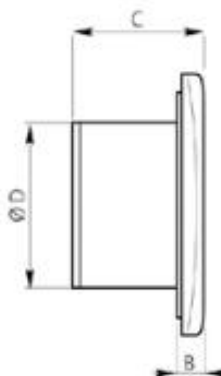
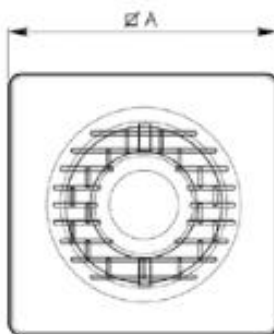


Figura 107. Dimensiones del extractor para baños y aseo.  
Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013





### Características técnicas

Modelo	Versión	Velocidad (r/min)	Potencia (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Nivel sonoro dB(A)	Peso (Kg)
MF-90	Basic	2500	14	70	28,8	0,5

Modelo	∅A	B	C	∅D
MF-90	159	17	77	92,5

Tabla 52. Características técnicas del extractor para baños y aseo.  
Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013

### Accesorios

Ver apartado accesorios.



Rejilla decorativa



Persiana sobrepresión



Reguladores electrónicos de velocidad

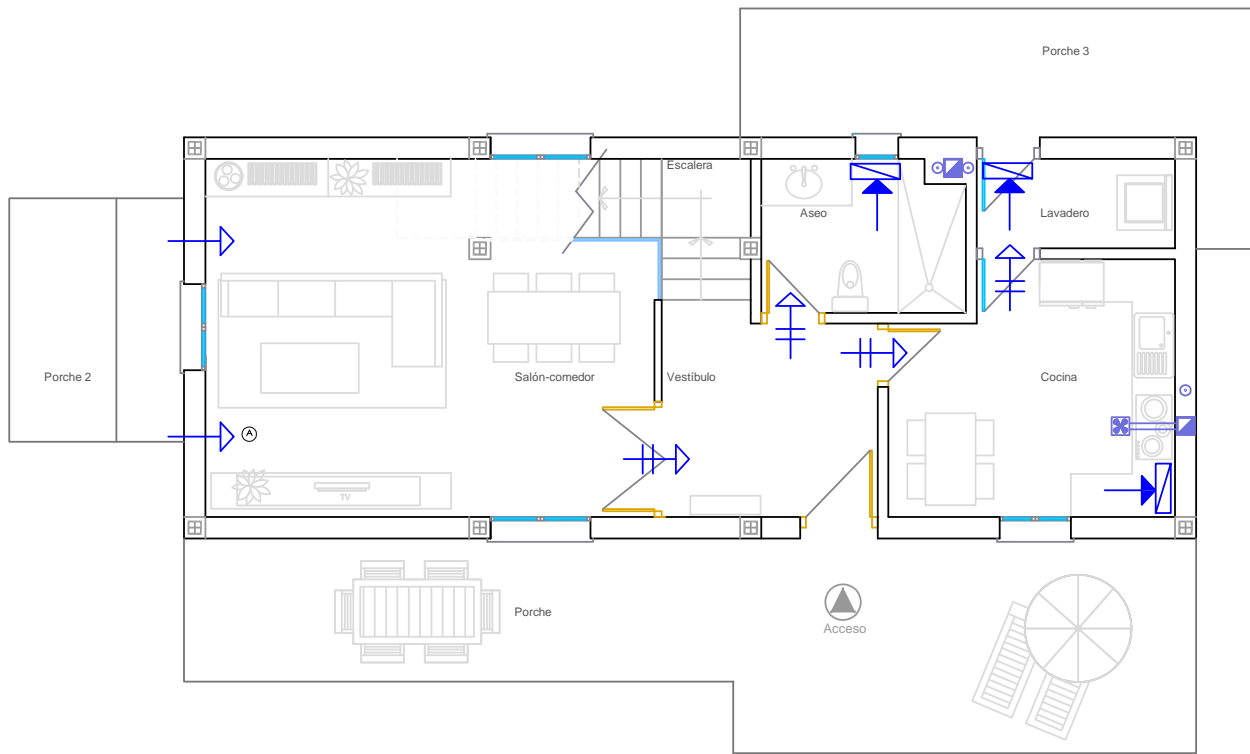
Figura 108. Accesorios para el extractor de baños y aseo.  
Fuente. Catálogo técnico Sodeca, 2013.



### 3.10.3 Planos de instalación de ventilación mecánica del inmueble. Planta baja

Los planos se representan mediante las figuras 109 y 110.

➤ **Planos de instalación de ventilación mecánica del inmueble. Planta baja**

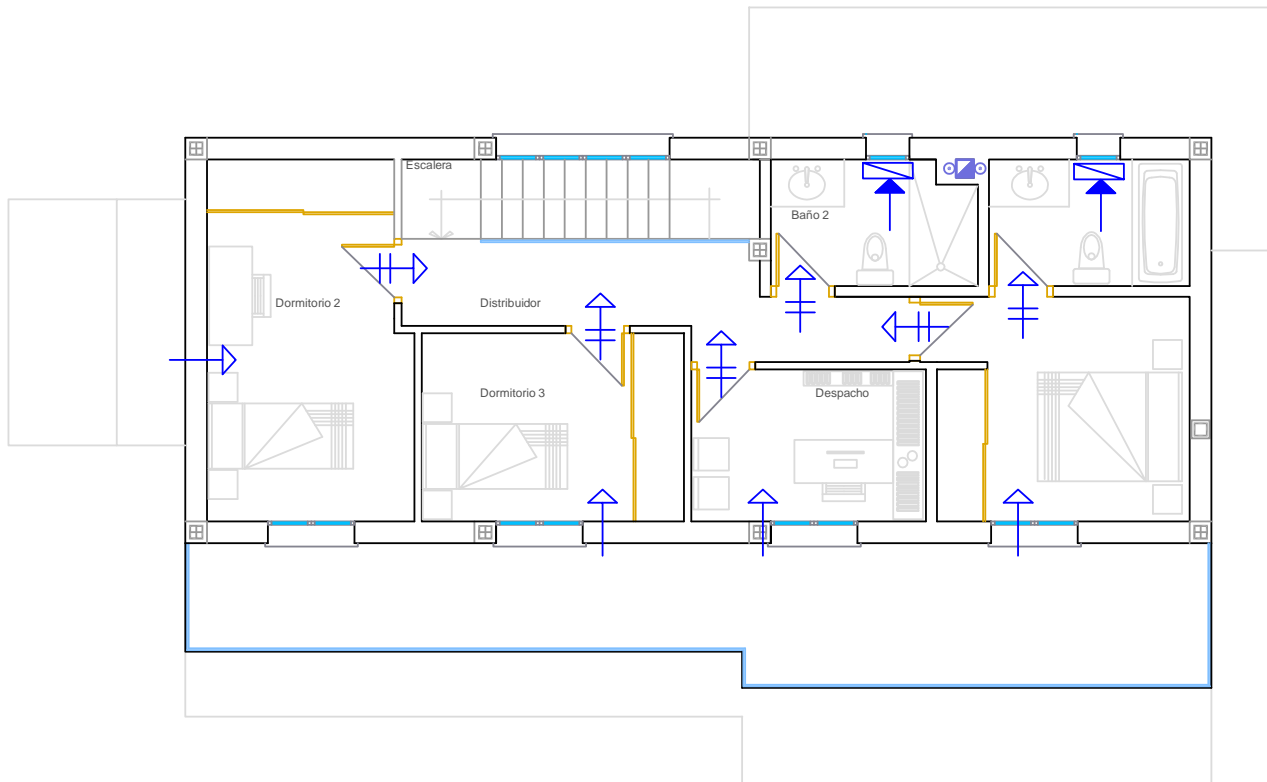


SIMBOLOS	ESPECIFICACIONES
	ABERTURA DE PASO
	ABERTURA DE ADMISIÓN
	ABERTURA DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO VERTICAL DE EXTRACCIÓN
	EXTRACCIÓN DE HUMOS
	ASPIRADOR PARA VENTILACIÓN MECÁNICA
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN DE HUMOS

Figura 109. Planos de Instalación de Ventilación mecánica en planta baja del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.



➤ Planos de instalación de ventilación mecánica del inmueble. Planta alta



SIMBOLOS	ESPECIFICACIONES
	ABERTURA DE PASO
	ABERTURA DE ADMISIÓN
	ABERTURA DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO VERTICAL DE EXTRACCIÓN
	EXTRACCIÓN DE HUMOS
	ASPIRADOR PARA VENTILACIÓN MECÁNICA
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN DE HUMOS

Figura 110. Planos de Instalación de Ventilación mecánica en planta alta del inmueble.  
Fuente. Elaboración propia.



### **3.11 Aparatos de energía primaria en el inmueble objeto.**

#### **3.11.1 Bases conceptuales de los Aparatos de energía primaria en el estándar Passivhaus.**

La demanda de energía primaria para la calefacción, ventilación, agua caliente y electricidad se limita a 120 kWh /m<sup>2</sup>a.

La energía primaria se define como "Energía que se encuentra en el entorno natural antes de cualquier proceso de conversión es decir, la energía contenido de los combustibles crudos, sin procesar" (Passivhaus Institut, 1996).

Es la contenida en los combustibles, antes de pasar por los procesos de transformación a energía final.

Energía final es la energía tal como se usa en los puntos de consumo, por ejemplo, la electricidad o el calor del horno que utilizamos en casa (IDAE, 2006).

La producción y la entrega de un kWh de electricidad requieren aproximadamente 2,5 veces más energía que la entrega de un kWh de gas natural.

El fin de lograr el total de energía primaria apunta a electrodomésticos de alta eficiencia energética (A + lavadoras, lavavajillas + valoradas, etc.) y equipos (ventiladores, bombas, iluminación, etc.).

Señalaremos que la energía generada por la fotovoltaica (PV) en los sistemas de instalaciones no puede tenerse en cuenta como energía primaria en la metodología PHPP. Esto ocurre para evitar que la baja calidad de la eficiencia energética quede compensada por el uso de energía renovable (Passivhaus Institut, 1986).

#### **3.11.2 Resultados en relación a los Aparatos de energía primaria en el inmueble objeto.**

El inmueble objeto tendrá limitada la demanda de energía primaria para la calefacción, ventilación, agua caliente y electricidad a 120 kWh /m<sup>2</sup>a.

Se instalarán electrodomésticos de alta eficiencia energética, una lavadora de tipo A, un lavavajilla de tipo A++, un frigorífico de tipo A++, un horno de tipo A++, un microondas de tipo A++, iluminación,...cualquier aparato o electrodoméstico instalado en el inmueble será de este tipo.

Los electrodomésticos de tipo A++ son los más eficientes energéticamente hoy por hoy y esto significa que el consumo energético del inmueble será menor, y por consiguiente, el gasto económico también será menor.

Las clasificaciones A, A+ y A++, cada una de ellas disminuye en un 10% el consumo de la anterior.

Si tenemos en cuenta esta información optando por electrodoméstico de clase A++ para el inmueble objeto en lugar, de por uno de Clase E (por ejemplo), ahorraremos un 45% de la energía, aunque el desembolso inicial sea algo más elevado (IDAE, 2011).



En la Figura 111 se representa una ilustración de aparatos de energía primaria.



Figura 111. Aparatos de energía primaria.  
Fuente. IDEA. Guía práctica de la energía. España, 2006.



### 3.12 Introducción de datos en Cype para el diseño y dimensionado del inmueble objeto.

Una vez definido el tipo de edificio a dimensionar, su emplazamiento, los recintos de uso, el número de planta, e insertadas las plantillas del mismo en el proceso de metodología, se procede a la introducción de datos del inmueble objeto en Cype para su cálculo y dimensionado, teniendo en cuenta los resultados que se van obteniendo, se hace del siguiente modo, contemplado en las imágenes siguientes (de la 112 a la 125).

En primer lugar definimos la losa de cimentación, los forjados interiores y la cubierta, mostrado en las figuras 112,113 y114.

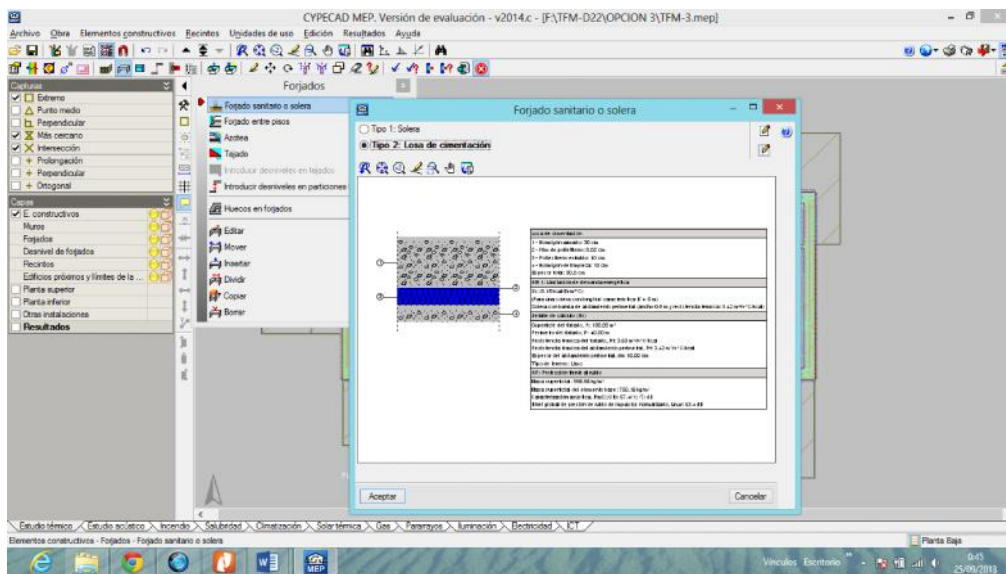


Figura 112. Definición de la losa de cimentación en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

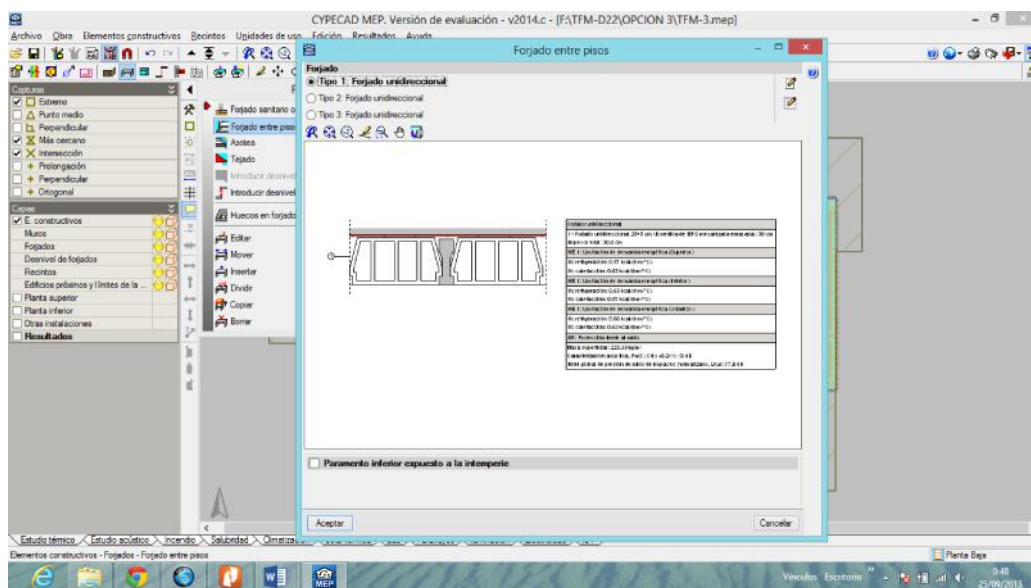


Figura 113. Definición de los forjados interiores en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.



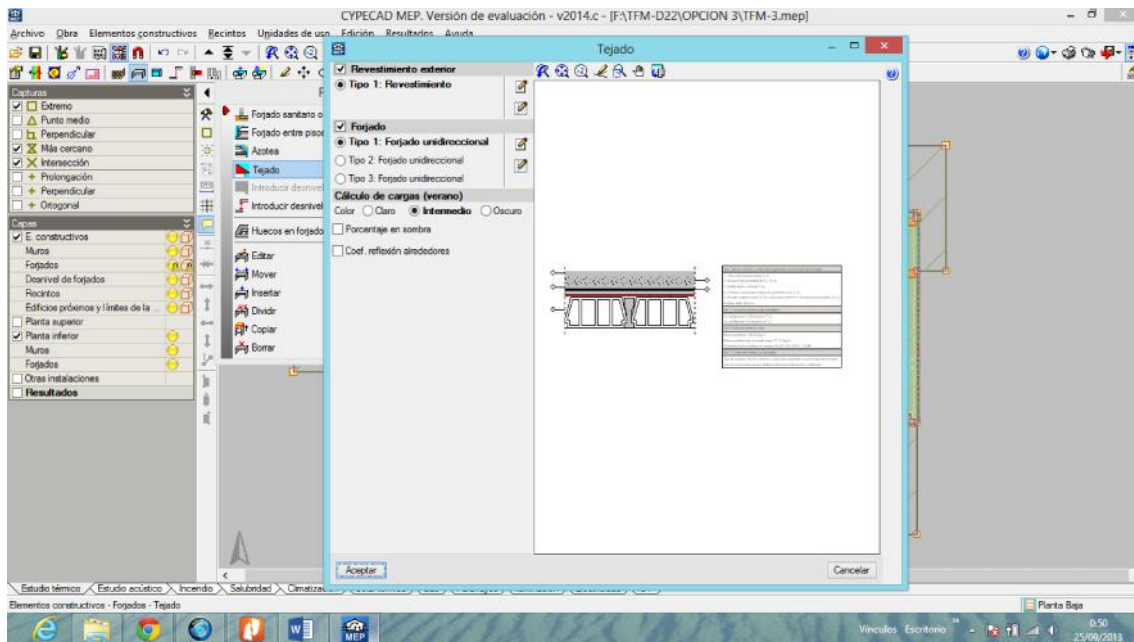


Figura 114. Definición de la cubierta en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

Se definirá la terraza exterior del inmueble propuesto, mostrado en la figura 115.

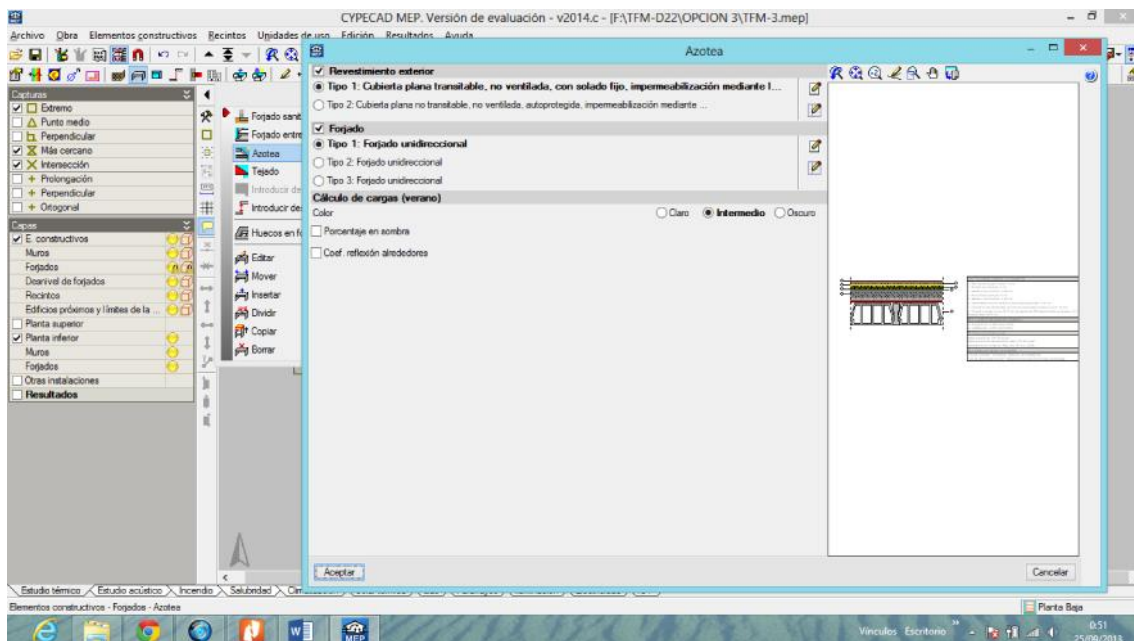


Figura 115. Definición de la terraza exterior en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.





A continuación se definirán las fachadas del inmueble, mostrado en la figura 116 y las particiones interiores, mostrado en la figura 117.

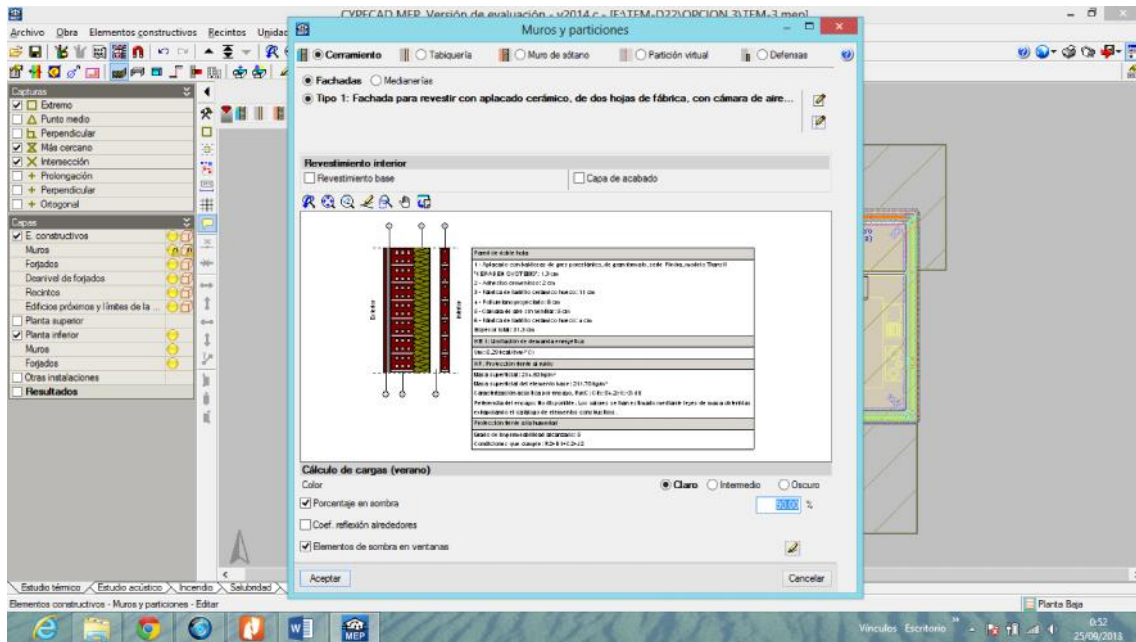


Figura 116. Definición de la fachada en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

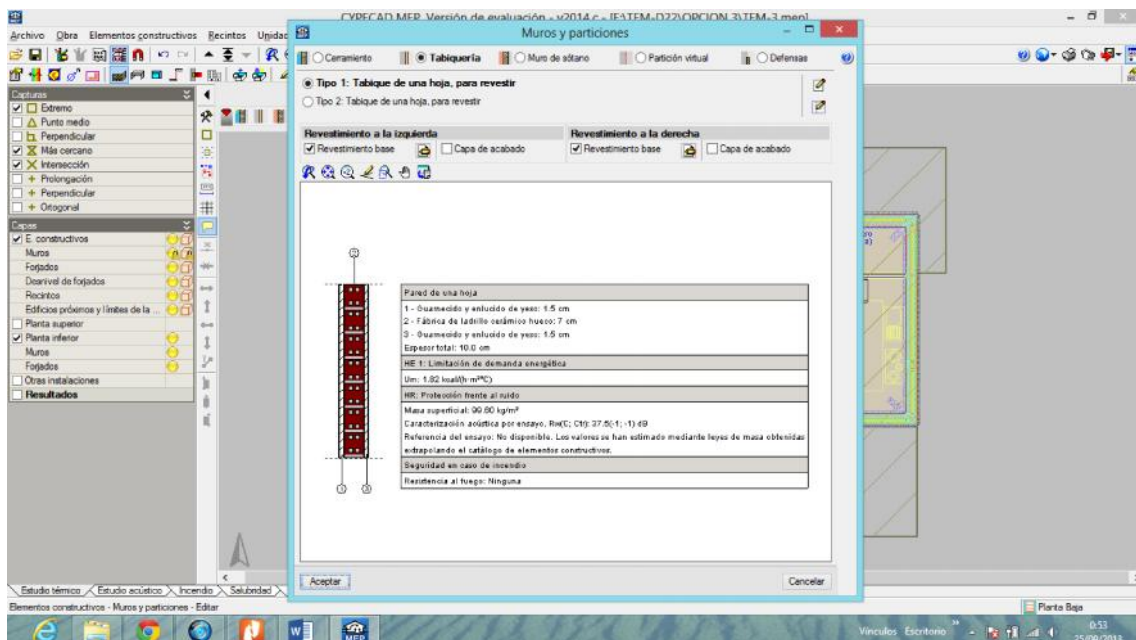


Figura 117. Definición de las particiones interiores en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.



Se definirá el tipo de carpintería, mostrado en la figura 118, seguidamente los recintos del inmueble, mostrado en la figura 119.

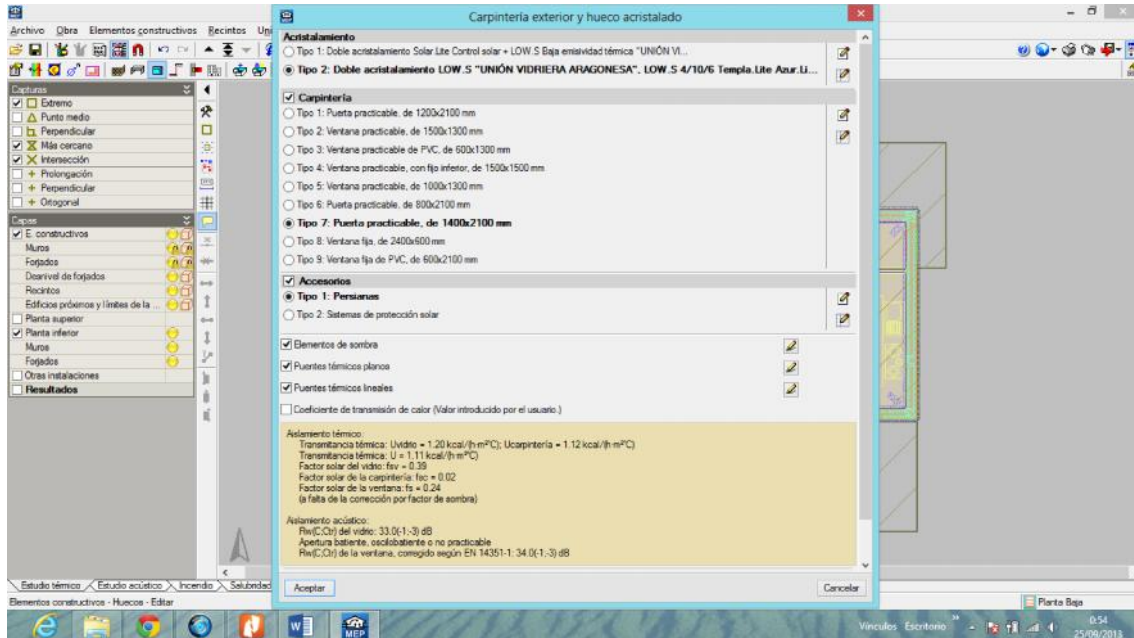


Figura 118. Definición de la carpintería en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

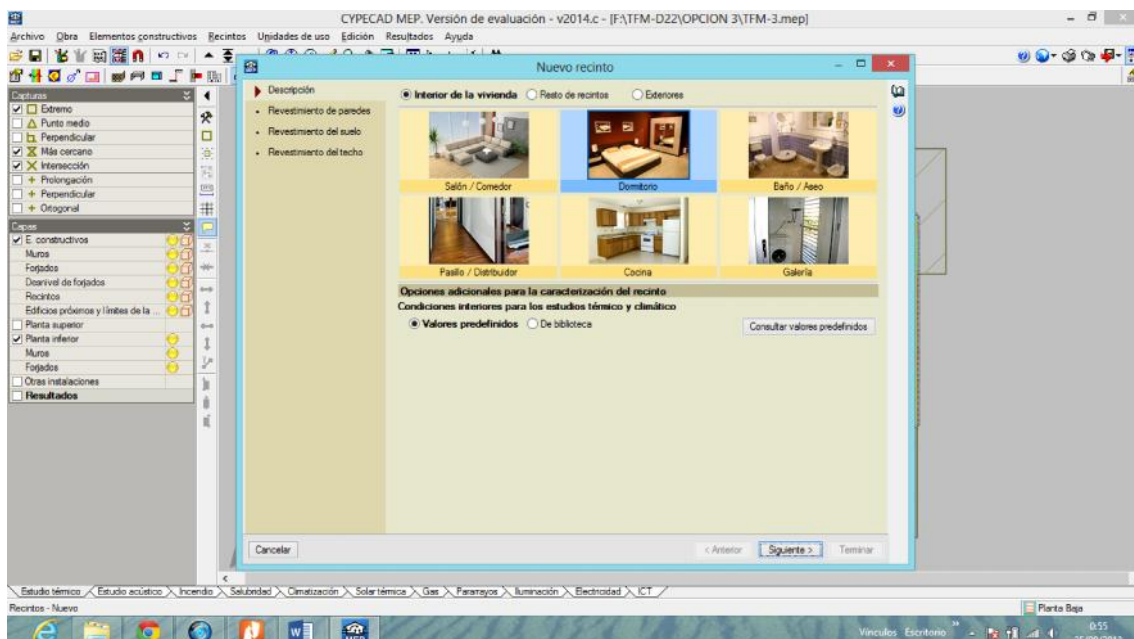


Figura 119. Definición de los recintos en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.



Se definirán los revestimientos de cada recinto del inmueble propuesto, mostrado mediante la figura 120.

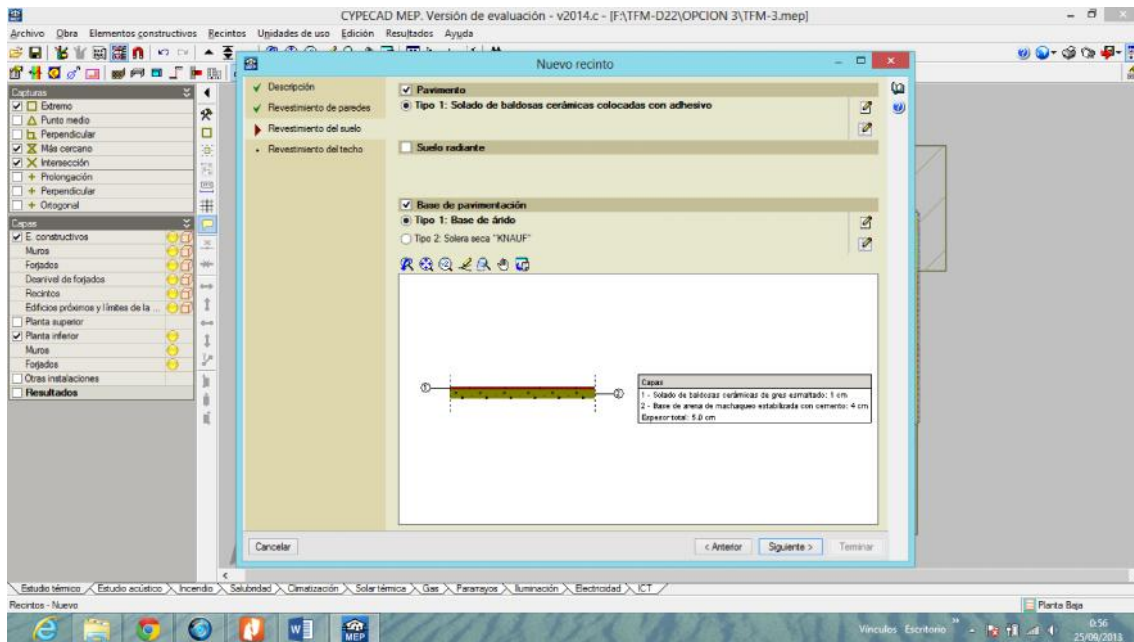


Figura 120. Definición del revestimiento de cada recinto en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

En las figuras 121, 122, 123 y 124 se muestra cómo quedaría el inmueble definido completamente en el software Cype.

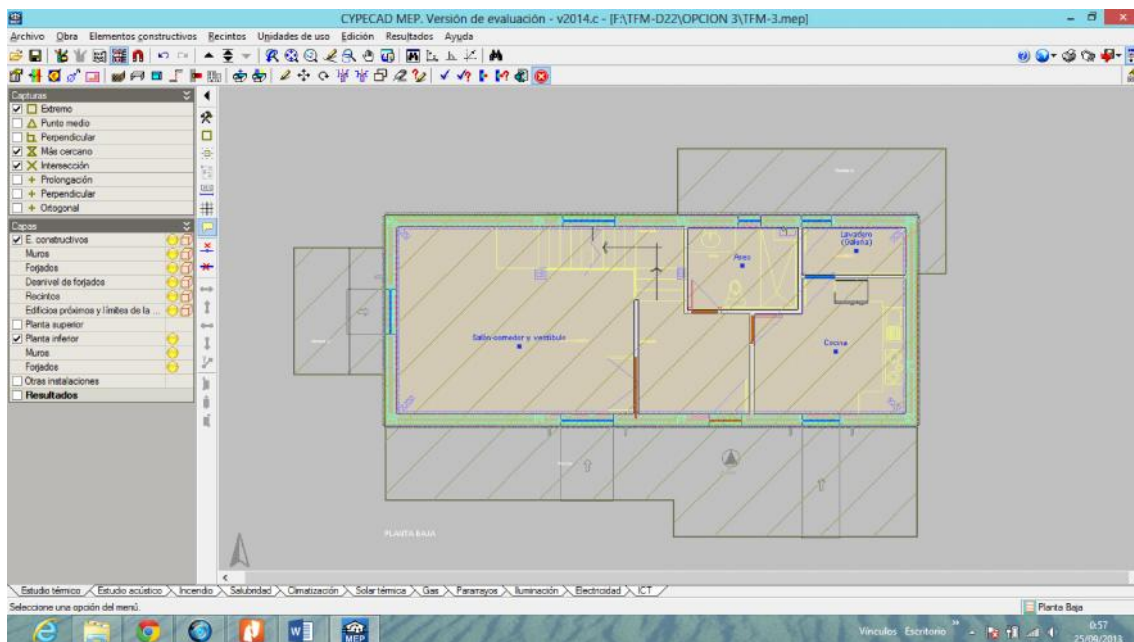


Figura 121. Planta baja del inmueble totalmente definida en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.





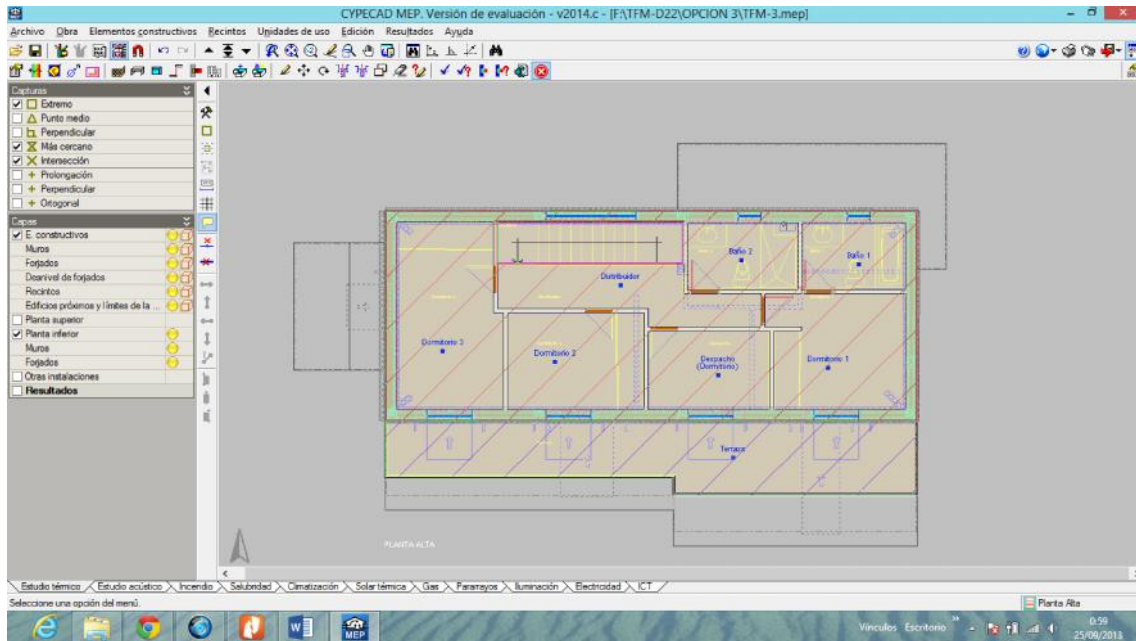


Figura 122. Planta alta del inmueble totalmente definida en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

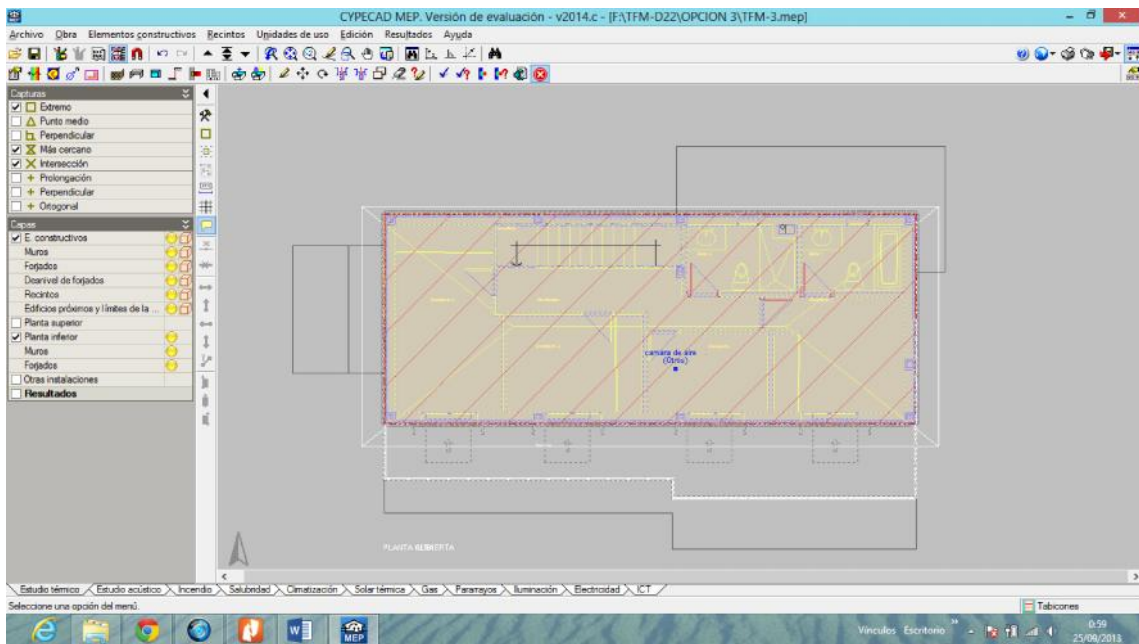


Figura 123. Forjado horizontal de cubierta del inmueble totalmente definida en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.



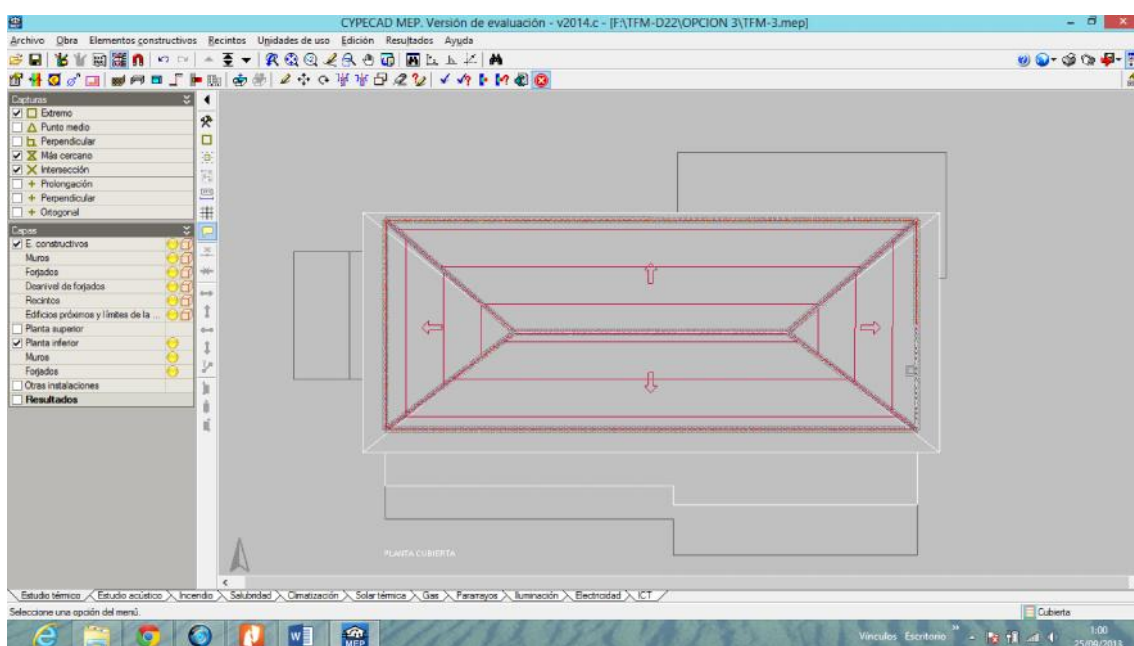


Figura 124. Forjado horizontal de cubierta del inmueble totalmente definida en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.

En la figura 125 se muestra una ilustración de inmueble propuesto en 3D, una vez definido completamente por el software Cype Mep.

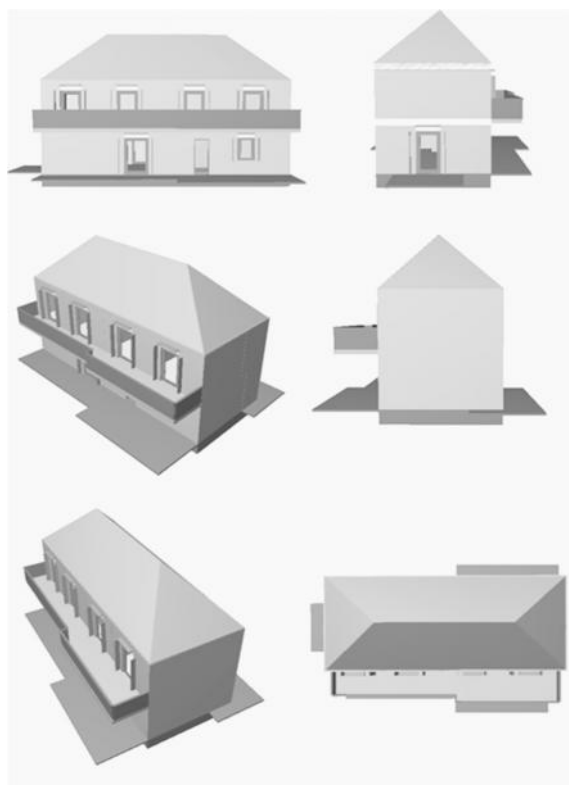


Figura 125. Inmueble visto en 3D en Cype.  
Fuente. Elaboración propia.



Llegados a este punto, se realiza el cálculo en Cype, siendo los resultados en éste programa adecuados, se procederá a exportar el archivo al software Lider, para comprobar y certificar oficialmente con esta herramienta que el inmueble cumple con el CTE-HE1-Limitación de la demanda energética mediante su cálculo.

En las figuras siguientes comprobaremos como quedaría el inmueble una vez exportado a Lider (figura 126 y 127).

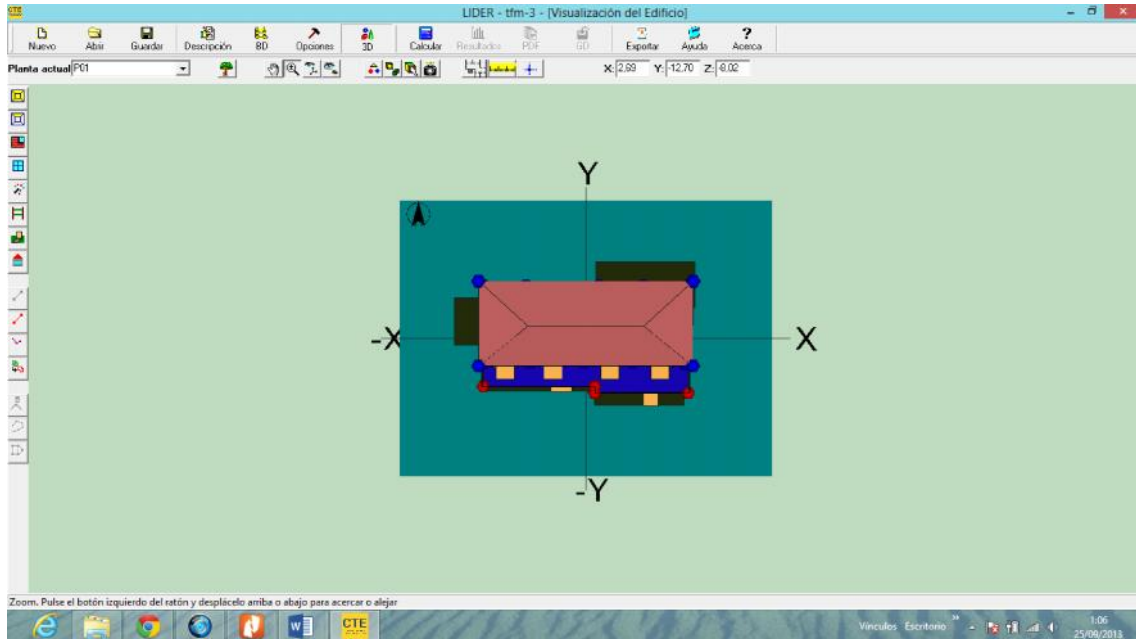


Figura 126. Inmueble visto en planta en Lider.  
Fuente. Elaboración propia.

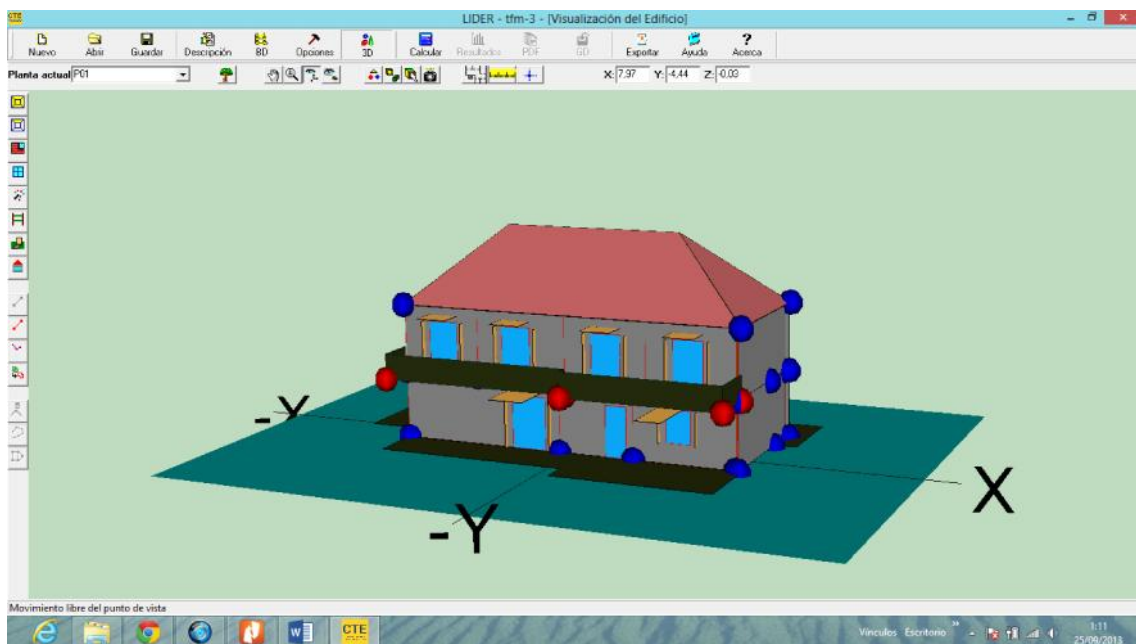


Figura 127. Inmueble visto en 3D en Lider.  
Fuente. Elaboración propia.



Calculamos el inmueble en Lider y una vez que cumple con la norma H1-Limitación energética, y obtenidos los resultados en esta herramienta, procedemos a su exportación al software Calener Vyp, para certificar energéticamente y de una manera oficial el inmueble, y comprobando que cumple con los requisitos de vivienda Passivhaus y la normativa española.

A continuación vemos el inmueble una vez exportado al software Calener Vyp (figuras 128 y 129).

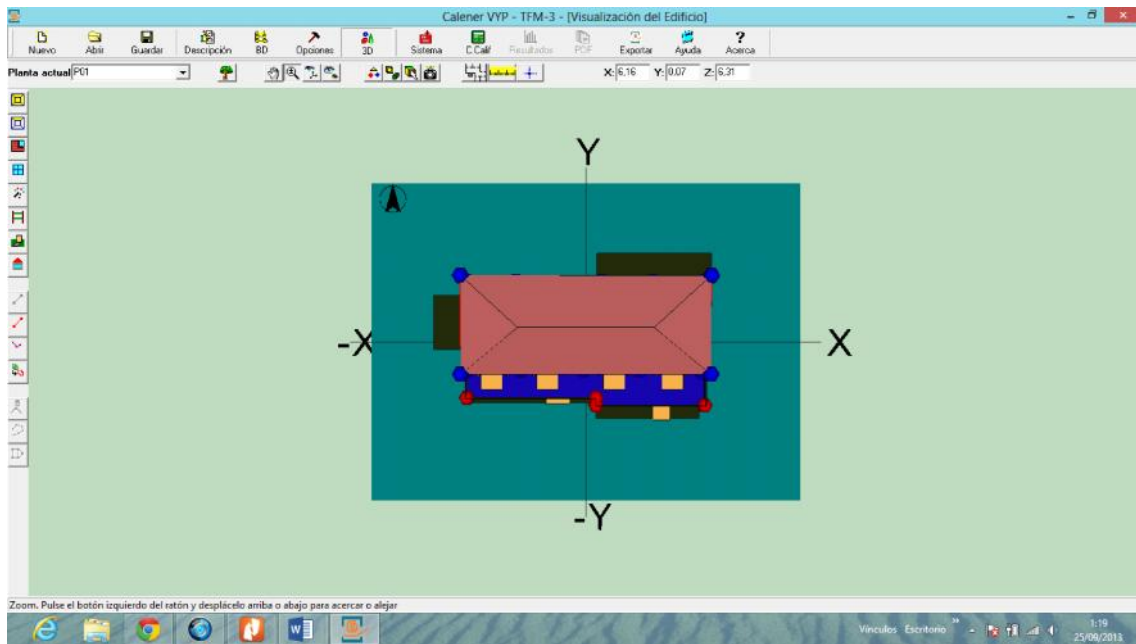


Figura 128. Inmueble visto en planta en Calener Vyp.  
Fuente. Elaboración propia.

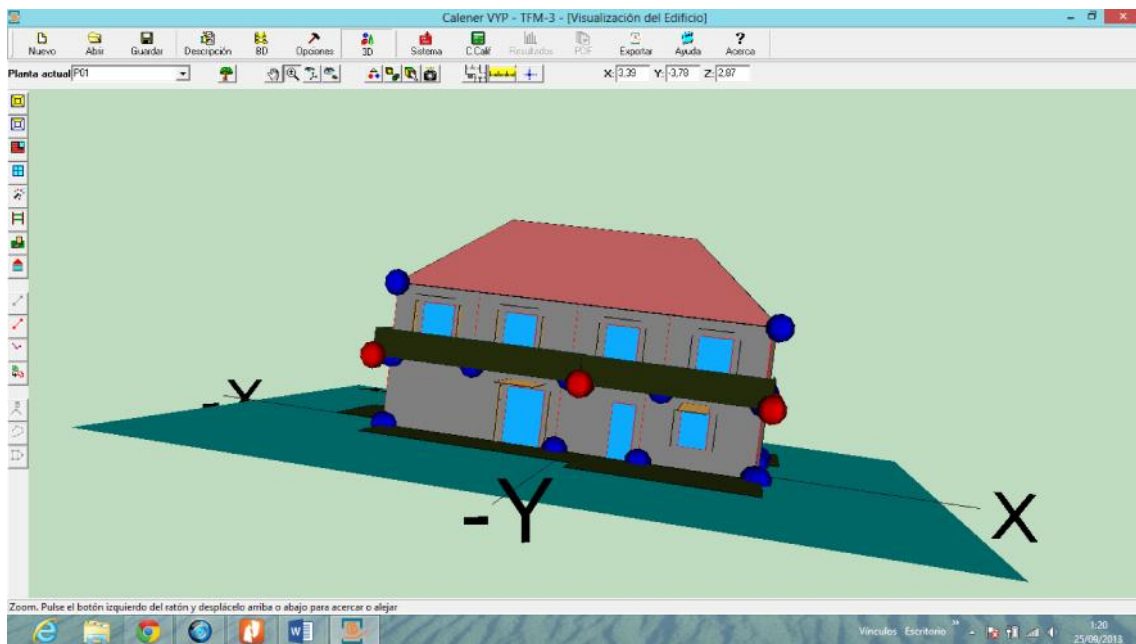


Figura 129. Inmueble visto en 3D en Calener Vyp.  
Fuente. Elaboración propia.





### 3.13 Resultados obtenidos del diseño y dimensionado del inmueble objeto, mediante Cype, Lider y Calener Vyp.

#### 3.13.1 Exigencia Básica de la HE-1. Limitación de la demanda energética.

➤ **Ficha justificativa**

- **Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios**

<b>ZONA CLIMÁTICA</b>	<b>A4</b>	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
-----------------------	-----------	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

<b>Muros (<math>U_{Mm}</math>) y (<math>U_{Tm}</math>)</b>					
<b>Tipos</b>		<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
<b>N</b>	Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	52.76	0.33	17.57	$\Sigma A = 53.77 \text{ m}^2$  $\Sigma A \cdot U = 17,58 \text{ W/K}$  $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
	P.T. Dintel: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	0.19	0.01	0.00	
	P.T. Caja de persiana: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	0.76	0.01	0.01	
	P.T. Dintel: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	0.06	0.01	0.00	
<b>E</b>	Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	22.78	0.33	7.58	$\Sigma A = 22.78 \text{ m}^2$  $\Sigma A \cdot U = 7.58 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>O</b>	Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	20.49	0.33	6.82	$\Sigma A = 20.79 \text{ m}^2$
	P.T. Dintel: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	0.06	0.01	0.00	



<b>Muros (<math>U_{Mm}</math>) y (<math>U_{Tm}</math>)</b>					
<b>Tipos</b>		<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
					$\Sigma A \cdot U = 6.82 \text{ W/K}$
	P.T. Caja de persiana: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	0.24	0.01	0.00	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>S</b>	Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	44.38	0.33	14.78	$\Sigma A = 46.18 \text{ m}^2$  $\Sigma A \cdot U = 14.79 \text{ W/K}$  $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$
	P.T. Dintel: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	0.31	0.01	0.00	
	P.T. Caja de persiana: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	1.44	0.01	0.01	
	P.T. Dintel: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	0.05	0.1	0.00	
<b>SE</b>					$\Sigma A = \text{[ ]}$
					$\Sigma A \cdot U = \text{[ ]}$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$
<b>SO</b>					$\Sigma A = \text{[ ]}$
					$\Sigma A \cdot U = \text{[ ]}$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$
<b>C-TER</b>					$\Sigma A = \text{[ ]}$
					$\Sigma A \cdot U = \text{[ ]}$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$

<b>Suelos (<math>U_{Sm}</math>)</b>					
<b>Tipos</b>		<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
	Losa de cimentación - Solera seca "KNAUF". Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo (B' = 4.9 m)	66.18	0.17	11.40	$\Sigma A = 66.18 \text{ m}^2$



Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
				$\Sigma A \cdot U = 11.40 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}, F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Forjado unidireccional - Solera seca "KNAUF". Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo (b = 0.71)	65.04	0.25	16.31	$\Sigma A = 65.04 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 16.31 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	F	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
				$\Sigma A = [ \quad ]$ $\Sigma A \cdot F = [ \quad ]$ $F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = [ \quad ]$

Huecos ( $U_{Hm}, F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Doble acristalamiento LOW.S, LOW.S 4/10/6 Templa.Lite Azur.Lite color azul	2.94	1.29	3.79	$\Sigma A = 6.72 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 9.75 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.45 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Doble acristalamiento LOW.S LOW.S 4/10/6 Templa.Lite Azur.Lite color azul	2.34	1.74	4.07	
	Doble acristalamiento LOW.S, LOW.S 4/10/6 Templa.Lite Azur.Lite color azul	1.44	1.31	1.89	



Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
E							$\Sigma A =$ [ ]
							$\Sigma A \cdot U =$ [ ]
							$\Sigma A \cdot F =$ [ ]
							$U_{Hm} = \Sigma A$ $\cdot U / \Sigma A$ [ ]
							$=$ $F_{Hm} = \Sigma A$ $\cdot F / \Sigma A =$ [ ]
O	Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica, 6/14/6 LOW.S	2.52	1.19	0.07	3.00	0.18	$\Sigma A = 2.52 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 3.00 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 0.18 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot 1.19$ $\cdot U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot$ $F / \Sigma A = 0.07$
S	Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica, 6/14/6 LOW.S	2.94	1.18	0.02	3.47	0.06	$\Sigma A = 14.32 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 17.01 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 0.47 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot 1.19$ $\cdot U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot$ $F / \Sigma A = 0.03$
	Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica 6/14/6 LOW.S	1.30	1.19	0.01	1.55	0.01	
	Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica " 6/14/6 LOW.S	10.08	1.19	0.04	12.00	0.40	
SE							$\Sigma A =$ [ ]
							$\Sigma A \cdot U =$ [ ]
							$\Sigma A \cdot F =$ [ ]
							$U_{Hm} = \Sigma A$ $\cdot U / \Sigma A$ [ ]
							$=$ $F_{Hm} = \Sigma A$ $\cdot F / \Sigma A =$ [ ]
SO							$\Sigma A =$ [ ]
							$\Sigma A \cdot U =$ [ ]
							$\Sigma A \cdot F =$ [ ]
							$U_{Hm} = \Sigma A$ $\cdot U / \Sigma A$ [ ]
							$=$ $F_{Hm} = \Sigma A$ $\cdot F / \Sigma A =$ [ ]



**Ficha 2: Conformidad. Demanda energética**

<b>Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica</b>	$U_{\text{máx(proyecto)}}^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	$0.57 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	$0.25 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Suelos	$0.17 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.69 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Cubiertas	$0.25 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.65 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	$1.74 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	
Medianerías	----- $\leq 1.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	
<b>Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup></b>		
	----- $\leq 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{\text{Mm}}^{(4)}$	$U_{\text{Mlim}}^{(5)}$	$U_{\text{Hm}}^{(4)}$	$U_{\text{Hlim}}^{(5)}$	$F_{\text{Hm}}^{(4)}$	$F_{\text{Hlim}}^{(5)}$
N	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	$1.45 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$5.60 \text{ W/m}^2\text{K}$		
E	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	$5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	-----
O	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	$1.19 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	-----
S	$0.32 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	$1.19 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	-----
SE	----- $\leq$	$0.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	$5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	-----
SO	----- $\leq$	$0.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	$5.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	-----

Cerr. terreno contacto		Suelos		Cubiertas y lucernarios		Lucernarios	
$U_{\text{Tm}}^{(4)}$	$U_{\text{Mlim}}^{(5)}$	$U_{\text{Sm}}^{(4)}$	$U_{\text{Slim}}^{(5)}$	$U_{\text{Cm}}^{(4)}$	$U_{\text{Clim}}^{(5)}$	$F_{\text{Lm}}^{(4)}$	$F_{\text{Llim}}^{(5)}$
----- $\leq$	$0.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.17 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.25 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$	----- $\leq$	$0.29$

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

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

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

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

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



**Ficha 3: Conformidad. Condensaciones**

<b>Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos</b>												
<b>Tipos</b>	<b>C. superficiales</b>		<b>C. intersticiales</b>									
	$f_{Rsi}$	$f_{Rsmín}$	$P_n$	$P_{sat,n}$	<b>Capa 1</b>	<b>Capa 2</b>	<b>Capa 3</b>	<b>Capa 4</b>	<b>Capa 5</b>	<b>Capa 6</b>	<b>Capa 7</b>	<b>Capa 8</b>
Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	$f_{Rsi}$	0.92	$P_n$		1018.04	1023.47	1053.35	1270.66	1272.01	1282.88	1285.32	
	$f_{Rsmín}$	0.22	$P_{sat,n}$		1450.18	1453.89	1510.38	2185.37	2248.29	2280.34	2289.78	
P.T. Dintel: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	$f_{Rsi}$	0.42	$P_n$		1277.23	1285.32						
	$f_{Rsmín}$	0.22	$P_{sat,n}$		1969.44	2027.52						
P.T. Caja de persiana: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	$f_{Rsi}$	0.67	$P_n$		1217.56	1280.60	1285.32					
	$f_{Rsmín}$	0.22	$P_{sat,n}$		2000.11	2122.27	2157.15					
Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	$f_{Rsi}$	0.92	$P_n$		1007.66	1007.77	1008.37	1012.72	1012.75	1012.97	1013.02	1285.32
	$f_{Rsmín}$	0.22	$P_{sat,n}$		1450.16	1453.87	1510.29	2184.23	2247.04	2279.03	2288.46	2289.84
	$f_{Rsi}$	0.01	$P_n$		1009.10	1009.15	1285.32					



Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos												
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales									
	$f_{Rsi}$	$f_{Rmin}$	$P_n$	$P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
P.T. Dintel: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	$f_{Rmin}$	0.22	$P_{sat,n}$	1964.13	2021.55	2030.07						
P.T. Caja de persiana: Fachada para revestir con aplacado cerámico, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada	$f_{Rsi}$	0.01	$P_n$	1009.65	1010.31	1010.36	1285.32					
	$f_{Rmin}$	0.01	$P_{sat,n}$	1996.90	2118.26	2152.91	2158.02					
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Forjado unidireccional - Solera seca "KNAUF". Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo (Superior)	$f_{Rsi}$	0.91	$P_n$	1009.53	1010.08	1148.83	1159.23	1284.10	1284.52	1284.88	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.22	$P_{sat,n}$	1465.93	1486.70	1486.81	1490.73	1823.19	1875.08	2274.01	2298.39	
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	$f_{Rsi}$	0.01	$P_n$									
	$f_{Rmin}$	0.01	$P_{sat,n}$									
	$f_{Rsi}$	0.01	$P_n$									





Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos												
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales									
	$f_{Rsi}$	$f_{Rmin}$	$P_n$	$P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
Puente térmico entre cerramiento y solera	$f_{Rmin}$	0.01	$P_{sat,n}$									
Puente térmico entre cerramiento y forjado	$f_{Rsi}$	0.01	$P_n$									
	$f_{Rmin}$	0.01	$P_{sat,n}$									

Según los resultados obtenidos el inmueble propuesto cumple con los valores exigidos por el CTE y con la HE-1, cumpliendo con la normativa española de limitación energética, pero estos cálculos hasta ahora son obtenidos mediante Cype y en la actualidad no nos servirían por que no es un programa oficial, así que tendríamos que comprobarlo con LIDER, que si lo es.

### 3.13.2 Cálculo del factor de reducción según la norma UNE-EN ISO 13789.

➤ **Factor de reducción**

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (2)$$

donde:

$H_{iu}$ : coeficiente de pérdida del espacio calefactado hacia el espacio no calefactado

$H_{ue}$ : coeficiente de pérdida del espacio no calefactado al exterior

$H_{iu}$ ,  $H_{ue}$  incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire

$$\begin{aligned} H_{iu} &= L_{iu} + H_{V,iu} \\ H_{ue} &= L_{ue} + H_{V,ue} \end{aligned} \quad (3)$$

Siendo:

$$\begin{aligned} L_{iu} &= L_{Diu} + L_{Siu} \\ L_{ue} &= L_{Due} + L_{Sue} \end{aligned} \quad (4)$$

donde:

$$L_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k \quad (5)$$

Siendo:

$A_i$ : área del elemento 'i' del edificio (m<sup>2</sup>)

$U_i$ : coeficiente de transmisión térmica del elemento 'i' del edificio (W/m<sup>2</sup>k)

$l_k$ : longitud del puente térmico lineal 'k' (m)

$\Psi_k$ : coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico 'k' (W/mk)



$L_s$ : coeficiente de pérdida por el suelo en régimen estacionario, calculado según la norma EN ISO 13370 (kcal/(h °C))

$$\begin{aligned} H_{V,iu} &= \dots c \dot{V}_{iu} \\ H_{V,ue} &= \dots c \dot{V}_{ue} \end{aligned} \quad (6)$$

donde:

$\rho$  : densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>)

$c$  : capacidad calorífica específica del aire (cal/kg·°C)

$\rho c$  : valor convencional para la capacidad calorífica del aire (286.615 cal/m<sup>3</sup>·°C)

$V_{ue}$ : consumo de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (l/s)

$V_{iu}$ : consumo de aire entre el espacio calefactado y el no calefactado (l/s)

Siendo:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{iu} &= 0 \\ \dot{V}_{ue} &= V_u n_{ue} \end{aligned} \quad (7)$$

donde:

$V_u$ : volumen de aire en el espacio no calefactado (m<sup>3</sup>)

$n_{ue}$ : tasa de renovación de aire convencional entre el espacio no calefactado y el exterior (h<sup>-1</sup>)

➤ **Recinto: cámara de aire.**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado ( $L_{iu}$ ).

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m <sup>2</sup> )	U (kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	U · A (kcal/(h °C))
Forjado unidireccional	65.04	0.30	19.76
		TOTAL	22.98

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	j (kcal/(h m°C))	j · l (kcal/(h °C))
Tipo de unión no considerado por la norma	26.57	0.01	0.26
		TOTAL	0.27



Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado ( $L_{iu}$ ) (kcal/(h °C))

19.84

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior ( $L_{ue}$ )

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m <sup>2</sup> )	U (kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C))	U·A (kcal/(h °C))
Revestimiento (Forjado unidireccional)	113.65	0.25	27.94
		TOTAL	32.49

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	j (kcal/(h m°C))	j · l (kcal/(h °C))
Unión no especificada por la norma	15.66	0.01	0.16
Unión no especificada por la norma	7.51	0.01	0.08
Tipo de unión no considerado por la norma	28.70	0.01	2.88
		TOTAL	3.12

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior ( $L_{ue}$ ) (kcal/(h °C))

31.06

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado ( $H_{iu}$ )

$H_{v,iu}$	0.00
	+
$L_{iu}$	19.84
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire ( $H_{iu}$ ) (kcal/(h °C))	19.84



Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior ( $H_{ue}$ )

$$H_{V,ue} (V_u = 61.46 \text{ m}^3; n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}) \quad \boxed{17.62}$$

+

$$L_{ue} \quad \boxed{31.14}$$

=

$$\text{Pérdidas por transmisión y por renovación de aire } (H_{ue}) \text{ (kcal/(h } ^\circ\text{C))} \quad \boxed{48.76}$$

b= coeficiente de reducción de temperatura

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{it} + H_{ue}} = 0.71$

En el resultado obtenido sobre el valor del factor de reducción (b), se puede afirmar que el inmueble objeto de proyecto se comporta adecuadamente frente al moho y las condensaciones, ya que el valor obtenido es próximo a 1, sabiendo que un valor resultante cercano a 0 equivale a pésimo aislamiento, y alto grado de condensaciones con posibilidad de la presencia de moho y lo contrario si es cercano a 1.

### 3.13.3 Procedimiento simplificado para la certificación energética.

➤ **Datos de partida**

- Datos relativos al DB-HE1 del Código Técnico de la Edificación
  - Características generales

Zona climática	Latitud	S <sub>u</sub>	V	Nº de plantas sobre rasante (encerradas por la envolvente térmica)
	(grados)	Superficie útil (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	
A4	36.85	126.84	300.55	2

- Áreas y parámetros característicos de muros y huecos

Orientación fachada	A <sub>M</sub>	U <sub>Mm</sub>	A <sub>M</sub> x U <sub>Mm</sub>	A <sub>H</sub>	U <sub>Hm</sub>	A <sub>H</sub> x U <sub>Hm</sub>	F <sub>Hm</sub>
	Área muros (m <sup>2</sup> )	Transmitancia media muros (W/m <sup>2</sup> K)	W/K	Área huecos (m <sup>2</sup> )	Transmitancia media huecos (W/m <sup>2</sup> K)	W/K	Factor solar modificado medio de huecos
Norte	53.77	0.33	17.74	6.72	1.45	9.75	N/A
Este	22.78	0.33	7.52	---	---	---	---
Oeste	20.79	0.33	6.86	2.52	1.19	3.00	0.07
Sur	46.18	0.32	14.78	14.32	1.19	17.01	0.03
Sureste	---	---	---	---	---	---	---
Sudoeste	---	---	---	---	---	---	---



$A_{TM} = \sum A_M$ Área total muros edificio
(m <sup>2</sup> )
<b>143.52</b>

$\sum A_M \times U_{Mm}$	$A_{TH} = \sum A_H$ Área total huecos edificio
W/K	(m <sup>2</sup> )
<b>46.90</b>	<b>23.56</b>

$\sum A_H \times U_{Hm}$
W/K
<b>29.76</b>

$U_{Mme} = \sum A_M \times U_{Mm} / A_{TM}$ Transmitancia térmica media de muros del edificio	$U_{Hme} = \sum A_H \times U_{Hm} / A_{TH}$ Transmitancia térmica media de huecos del edificio
W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
<b>0.33</b>	<b>1.26</b>

- Áreas y parámetros característicos de suelos, cubiertas (incluidos lucernarios) y cerramientos en contacto con el terreno

$A_{TS}$ Área total de suelos	$U_{Sm}$ Transmitancia térmica media de suelos	$A_{TC}$ Área total de cubiertas	$U_{Cm}$ Transmitancia térmica media de cubiertas	$A_{CT}$ Área total de cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Tm}$ Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno
(m <sup>2</sup> )	W/m <sup>2</sup> K	(m <sup>2</sup> )	W/m <sup>2</sup> K	(m <sup>2</sup> )	W/m <sup>2</sup> K
66.18	0.17	65.04	0.25	---	---

- Datos relativos al DB-HE4 del Código Técnico de la Edificación
  - Fracción de la demanda de ACS cubierta por energías renovables, para el cumplimiento de la exigencia del DB-HE4 del CTE

95.00 En %

- Datos relativos al DB-HS3 del Código Técnico de la Edificación
  - Caudal de ventilación total del edificio, para el cumplimiento de la exigencia del DB-HS3 del CTE

93.00 (m<sup>3</sup>/h)

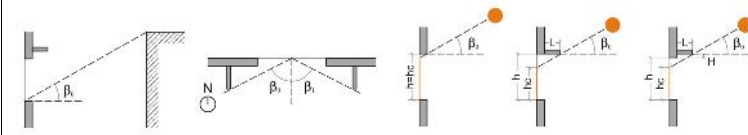


- Datos relativos a las instalaciones
  - Instalación de Agua Caliente Sanitaria

Equipo de producción: Caldera para ACS, combustión estándar  
 Combustible: Biomasa  
 Rendimiento o COP nominal: 0.90

- Datos relativos a la captación solar de los huecos

Tabla de justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar. Sur

Huecos a Sur Descripción	AH Área de huecos orientados a Sur (m <sup>2</sup> )	Condición 1		Condición 2		Factor de corrección por obstrucción vertical FC			A <sub>HCS</sub> = A <sub>H</sub> · FC (m <sup>2</sup> )
		Latitud	S <sub>0</sub>	Latitud	S <sub>1</sub>	Latitud	K	S <sub>2</sub>	
		> 41°	< 22°	> 41°	> 65°	> 41°	0,73	36°	
38° ≤ L ≤ 41°	< 23°	38° ≤ L ≤ 41°	> 60°	38° ≤ L ≤ 41°	0,78	38°			
< 38°	< 25°	< 38°	> 60°	< 38°	0,84	40°			
									
		Sección	Planta	Sección					
		$\beta_0$	$\beta_1$	a) $FC = \frac{hc}{h}$ b) $FC = 1 + \frac{H}{h} - \frac{L}{h} \cdot K$					
Ventana de doble acristalamiento solar.lite control solar + low.s baja emisividad térmica "unión vidriera aragonesa", 6/14/6 low.s	2.94	---	66.83	0.25					0.74

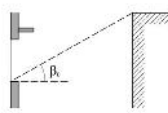
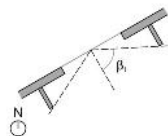
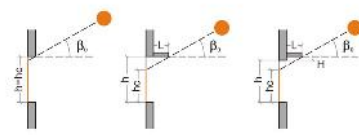


Ventana de doble acristalamiento o solar.lite control solar + low.s baja emisividad térmica "unión vidriera aragonesa", 6/14/6 low.s	1.30	---	61.54	---	---
Ventana de doble acristalamiento o solar.lite control solar + low.s baja emisividad térmica "unión vidriera aragonesa", 6/14/6 low.s	2.52	34.68	64.44	---	---
Ventana de doble acristalamiento o solar.lite control solar + low.s baja emisividad térmica "unión vidriera aragonesa", 6/14/6 low.s	2.52	34.68	64.44	---	---
Ventana de doble acristalamiento o solar.lite control solar + low.s baja emisividad térmica "unión vidriera aragonesa", 6/14/6 low.s	5.04	27.74	64.44	---	---
$\ddot{y}_{A_{HCS}}$ , Área de huecos captadores a Sur					0.74



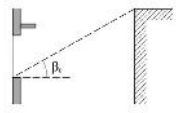
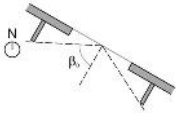
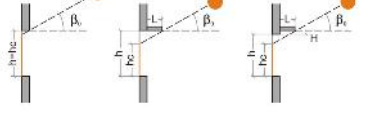


- Tabla de justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar. Sureste.

Huecos a Sureste Descripción	$A_H$ Área de huecos orientados a Sureste (m <sup>2</sup> )	Condición 1		Condición 2		Factor de corrección por obstrucción vertical FC			$A_{HCSE} = A_H \cdot FC$ (m <sup>2</sup> )
		Latitud	S <sub>0</sub>	Latitud	S <sub>1</sub>	Latitud	K	S <sub>2</sub>	
		$> 41^\circ$	$< 10^\circ$	$> 41^\circ$	$> 65^\circ$	$> 41^\circ$	0,73	$36^\circ$	
$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	$< 12^\circ$	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	$> 60^\circ$	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	0,78	$38^\circ$			
$< 38^\circ$	$< 15^\circ$	$< 38^\circ$	$> 60^\circ$	$< 38^\circ$	0,84	$40^\circ$			
		 Sección	 Planta	 Sección					
		$\beta_0$	$\beta_1$	a) $FC = \frac{hc}{h}$ b) $FC = 1 + \frac{H}{h} - \frac{L}{h} \cdot K$					
$\dot{y}A_{HCSE}$ , Área de huecos captadores a Sureste								---	



- Tabla de justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar. Sudoeste.

		Condición 1		Condición 2		Factor de corrección por obstrucción vertical FC		
		Latitud	$\beta_0$	Latitud	$\beta_1$	Latitud	K	$\beta_2$
		$> 41^\circ$	$< 10^\circ$	$> 41^\circ$	$> 65^\circ$	$> 41^\circ$	0,73	$36^\circ$
	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	$< 12^\circ$	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	$> 60^\circ$	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	0,78	$38^\circ$	
	$< 38^\circ$	$< 15^\circ$	$< 38^\circ$	$> 60^\circ$	$< 38^\circ$	0,84	$40^\circ$	
<b>Huecos a Sudoeste Descripción</b>	$A_H$ <b>Área de huecos orientados a Sudoeste (m<sup>2</sup>)</b>							
		Sección		Planta		Sección		
		$\beta_0$		$\beta_1$		a) $FC = \frac{hc}{h}$ b) $FC = 1 + \frac{H}{h} - \frac{L}{h} \cdot K$		
<b><math>\dot{y}A_{HCSO}</math>, Área de huecos captadores a Sudoeste</b>							---	

$A_{HCSO} = A_H \cdot FC$   
(m<sup>2</sup>)



### 3.13.4 Cálculo del indicador de eficiencia energética de demanda de calefacción.

<b>F<sub>DC</sub> -Au</b>	<b>FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN IEEDC</b>	<b>ZONA</b>	A
		<b>TIPO</b>	UNIFAMILIAR

$$IEE_{DC} = IEE_{opaco} \times f_{pt} + IEE_{vent} + \Delta IEE_{huecos}$$

<b>PROYECTO</b>	TFM. VIVIENDA PASIVA
<b>UBICACIÓN</b>	Almería

#### 1. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO OPACO, $IEE_{opaco}$

$\frac{A_T}{A_{TM} + A_{TH} + A_{TS} + A_{TC} + A_{CT}}$ (m <sup>2</sup> )	$\frac{U_{opaco}}{U_{Mme} \times (A_{TM} + A_{TH}) + U_{Sm} \times A_{TS} + U_{Cm} \times A_{TC} + U_{Tm} \times A_{CT}}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$V / A_T$ (m)	$IEE_{opaco}$
298,31	0,29	1,01	0,13

#### 2. FACTOR CORRECTOR DE PUENTES TÉRMICOS, $f_p$

$f_{pt}$	1,13
----------	------

#### 3. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEBIDO A LA VENTILACIÓN, $IEE_{vent}$

Caudal de ventilación	$IEE_{vent}$
Renovaciones / hora = (litros / segundo) x 3,6 / Volumen = 1,20	0,30

#### 4. MODIFICACIÓN DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEBIDO A LA SUPERFICIE ACRISTALADA, $UIEE_{huecos}$

$A_{TH} / S_U$	$\frac{A_{THC}}{A_{HCS} + A_{HCSE} + A_{HCSE}}$ Área total de huecos captores (m <sup>2</sup> )	$A_{THC} / A_{TH}$ (%)	$U_{Hme} - U_{Mme}$ (W/m <sup>2</sup> K)	$UIEE_{huecos}$
0,18	0,74	3,16	0,93	0,03

#### 5. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN

$IEE_{DC} = IEE_{opaco} \times f_{pt} + IEE_{vent} + \Delta IEE_{huecos}$	0,47
---	------



## 6. CALIFICACIÓN PARCIAL

Indicador de eficiencia energética de demanda de calefacción	Valor	Calificación parcial
C IEE <sub>DC</sub> E	0.47	B

A	IEE < 0.22
B	0.22 ≤ IEE < 0.51
C	0.51 ≤ IEE < 0.92
D	0.92 ≤ IEE < 1.54
E	1.54 ≤ IEE

### 3.13.5 Cálculo del indicador de eficiencia energética de demanda de refrigeración.

F	DR	-4u	FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN IEE <sub>DR</sub>	ZONA	4
				TIPO	UNIFAMILIAR

PROYECTO	TFM. VIVIENDA PASIVA
UBICACIÓN	Almería

$$IEE_{DR} = 0,47 + \sum IEE_{SE/E/O/SO} + IEE_S$$

#### 1. HUECOS ORIENTADOS A SURESTE/ESTE/OESTE/SUDOESTE

Orientación de la fachada	A <sub>H</sub> / S <sub>U</sub>	F <sub>Hm</sub>	IEE <sub>SE/E/O/SO</sub>
Este	---	---	---
Oeste	0.02	0.07	0.03
Sureste	---	---	---
Sudoeste	---	---	---
$\sum IEE_{SE/E/O/SO}$			0.03

#### 2. HUECOS ORIENTADOS A SUR

Orientación de la fachada	A <sub>H</sub> / S <sub>U</sub>	F <sub>Hm</sub>	IEE <sub>S</sub>
Sur	0.11	0.03	0.11
$\sum IEE_S$			0.11



**3. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN**

$$IEE_{DR} = 0,47 + \sum IEE_{SE/E/O/SO} + IEE_S$$

0.61

**4. CALIFICACIÓN PARCIAL**

Indicador de eficiencia energética de demanda de refrigeración	Valor	Calificación parcial
IEE <sub>DR</sub>	0.61	B

A	IEE < 0.46
B	0.46 ≤ IEE < 0.66
C	0.66 ≤ IEE < 0.94
D	0.94 ≤ IEE < 1.37
E	1.37 ≤ IEE

**3.13.6 Cálculo del indicador de eficiencia energética de sistemas.**

<b>F</b>	sis	<b>FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS</b> IEE <sub>SC</sub> IEE <sub>SR</sub> IEE <sub>SACS</sub>
----------	-----	--

<b>PROYECTO</b>	TFM. VIVIENDA PASIVA
<b>UBICACIÓN</b>	Almería

**IEE SISTEMA DE CALEFACCIÓN**

Sistemas de calefacción	Rendimiento o COP nominal	Factor de ponderación	Rendimiento o COP medio estacional	IEE	Superficie (m <sup>2</sup> )	IEE x Superficie
Tipo / Combustible	(a)	(b)	(c) = (a) x (b)	(d)	(e)	(f) = (d) x (e)
Sin sistema de calefacción	---	---	---	1.20	131.23	157.47
<b>∑ IEE x Superficie =</b>						157.47

$\frac{IEE_{SC}}{(\sum IEE \times Superficie) / S_u}$	1.20
---	------



**IEE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

Sistemas de refrigeración	EER nominal (a)	Factor de ponderación (b)	EER medio estacional (c) = (a) x (b)	IEE (d)	Superficie (m <sup>2</sup> ) (e)	IEE x Superficie (f) = (d) x (e)
Sin sistema de refrigeración	---	---	---	1.07	131.23	140.41
$\Sigma$ IEE x Superficie =						140.41

$\frac{IEE_{SR}}{(\Sigma IEE \times Superficie) / S_u}$	1.07
---	------

**IEE SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)**

Sistemas de ACS	Rendimiento o COP nominal (a)	Factor de ponderación (b)	Rendimiento o COP medio estacional (c) = (a) x (b)	IEE <sub>SACS</sub> (d)
Tipo / Combustible				
Caldera para ACS, combustión estándar Biomasa	0.90	0.93	0.84	---

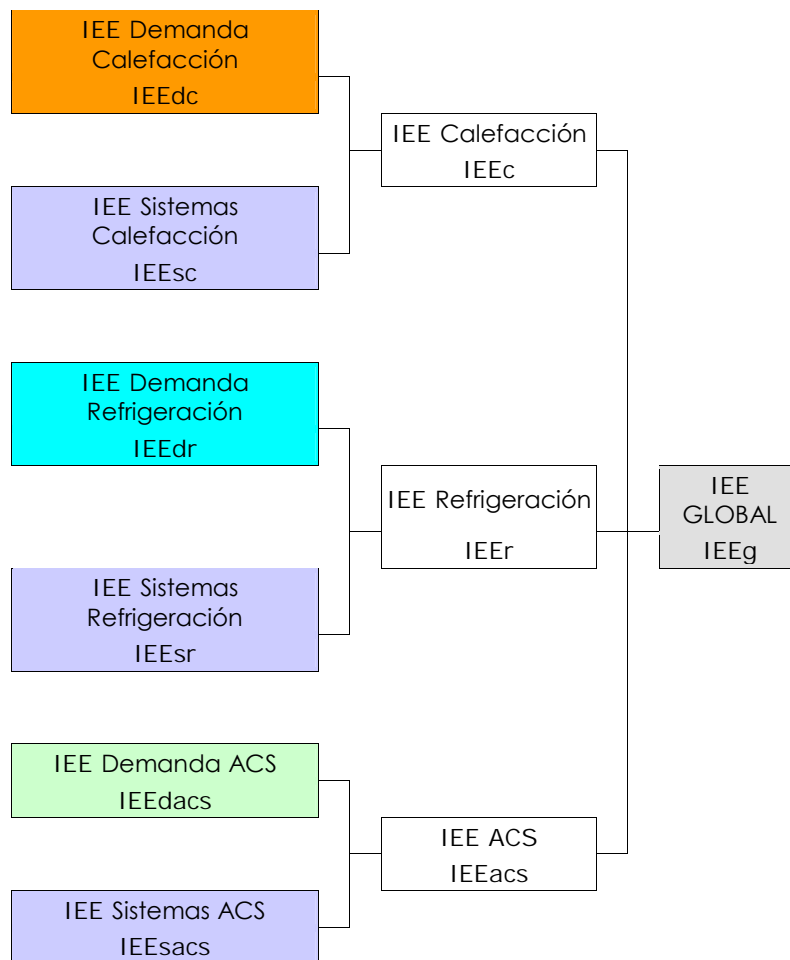


### 3.13.7 Cálculo del indicador de eficiencia energética.

<b>F<sub>G</sub> - A4u</b>	<b>FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL</b> IEE <sub>G</sub>	<b>ZONA INVIERNO</b>	A
		<b>ZONA VERANO</b>	4
		<b>TIPOLOGÍA</b>	UNIFAMILIAR

<b>PROYECTO</b>	TFM. VIVIENDA PASIVA
<b>UBICACIÓN</b>	Almería

#### SITUACIÓN EN EL ESQUEMA GENERAL



#### CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE<sub>G</sub>

	<b>IEE demanda</b> (a)	<b>IEE sistemas</b> (b)	<b>IEE</b> (c) = (a) x (b)	<b>Coefficientes de reparto</b> (d)	<b>(e) = (c) x (d)</b>
--	---------------------------	----------------------------	-------------------------------	--	------------------------





<b>Calefacción</b>	$IEE_{DC} = 0.47$	$IEE_{SC} = 1.20$	$IEE_C = 0.57$	0.39	0.22
<b>Refrigeración</b>	$IEE_{DR} = 0.61$	$IEE_{SR} = 1.07$	$IEE_R = 0.65$	0.43	0.28
<b>ACS</b>	$IEE_{DACS} = 0.10$ (100-contribución solar) / 50)=	$IEE_{SACS} = ---$	$IEE_{ACS} = ---$	0.18	---
IEE Global $\Sigma$ (f)					<b>0.50</b>

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
$IEE_G$	0.50	B

A	$IEE < 0.29$
B	$0.29 \leq IEE < 0.55$
C	$0.55 \leq IEE < 0.93$
D	$0.93 \leq IEE < 1.49$
E	$1.49 \leq IEE$

Los resultados obtenidos mediante Cype sobre la certificación energética y demanda energética han resultado ser lo que se espera desde Europa para el 2020, sólo tendríamos que certificarlo mediante el programa oficial Calener Vyp que es el software oficial.

El inmueble se calificó con la letra "B".



### 3.14 Resultados del diseño y dimensionado del inmueble objeto obtenidos en Lider. Ficha del cumplimiento del CTE-HE1- Limitación de demanda energética.

HE-1 Opción General	Proyecto TFM- VIVIENDA PASIVA	
	Localidad Almería	Comunidad Andalucía

#### 1. DATOS GENERALES

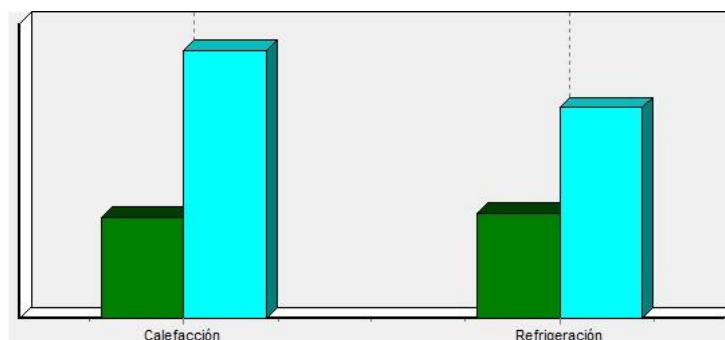
<b>Nombre del Proyecto</b> TFM- VIVIENDA PASIVA	
<b>Localidad</b> Almería	<b>Comunidad Autónoma</b> Andalucía
<b>Dirección del Proyecto</b> Almería	
<b>Autor del Proyecto</b> Carmen María López López	
<b>Autor de la Calificación</b> Carmen María López López	
<b>E-mail de contacto</b> carmenmaril@yahoo.com.ar	<b>Teléfono de contacto</b> 670 32 99 76
<b>Tipo de edificio</b> Unifamiliar	

#### 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	37,7	49,7
Proporción relativa calefacción refrigeración	49,1	50,9





En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

### 3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

#### 3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E01_Salon_com	P01	Residencial	3	30,19	2,70
P01_E02_Aseo	P01	Residencial	3	6,02	2,70
P01_E03_Cocina	P01	Residencial	3	13,46	2,70
P01_E04_Lavadero	P01	Residencial	3	3,59	2,70
P02_E01_Dormitori	P02	Residencial	3	11,10	2,70
P02_E02_Distribui	P02	Residencial	3	8,76	2,70
P02_E03_Dormitori	P02	Residencial	3	9,47	2,70
P02_E04_Despacho	P02	Residencial	3	6,86	2,70
P02_E05_Bano_2	P02	Residencial	3	4,88	2,70
P02_E06_Dormitori	P02	Residencial	3	13,52	2,70
P02_E07_Bano_1	P02	Residencial	3	4,92	2,70
P03_E01_camara_de	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	79,48	1,26



### 3.2. Cerramientos opacos

#### 3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)	Just.
M02_Adhesivo_cementoso	1,300	1900,00	1000,00	-	10	SI
M03_Alicatado_con_baldosas_c	1,300	2300,00	840,00	-	100000	SI
M04_Aplacado_con_baldosas_de	2,300	2500,00	1000,00	-	30	SI

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)	Just.
M05_Barrera_de_vapor_formada	0,500	980,00	1800,00	-	100000	SI
M06_Capa_de_nivelacion_con_g	2,000	1950,00	1045,00	-	50	SI
M07_Falso_techo_continuo_de	0,250	825,00	1000,00	-	4	SI
M08_Film_de_polietileno	0,330	920,00	2200,00	-	100000	SI
M09_Forjado_unidireccional_2	0,259	744,44	1000,00	-	60	SI
M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,478	920,00	1000,00	-	10	SI
M13_Guarnecido_de_yeso	0,570	1150,00	1000,00	-	6	SI
M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,570	1150,00	1000,00	-	6	SI
M15_Hormigon_armado	2,300	2500,00	1000,00	-	80	SI
M16_Hormigon_de_limpieza	2,000	2450,00	1000,00	-	80	SI
M17_Lana_mineral	0,035	40,00	840,00	-	1.3	SI
M18_Particion_virtual	0,050	100,00	1000,00	-	1	SI
M19_Poliestireno_extruido	0,034	38,00	1000,00	-	100	SI
M20_Poliuretano_proyectado	0,035	35,00	1000,00	-	100	SI
M21_Solado_de_baldosas_ceram	2,300	2500,00	1000,00	-	30	SI
M22_Solera_seca_placas_de_ye	0,250	825,00	1000,00	-	4	SI
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000	SI
Teja cerámica-porcelana	1,300	2300,00	840,00	-	30	SI
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0,18	-	SI



Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-	SI
Espuma de poliuretano [PU]	0,050	70,00	1500,00	-	60	SI
Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]	0,210	1300,00	1800,00	-	60	SI

### 3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C02_Fachada_para_revestir_co	0,33	M04_Aplacado_con_baldosas_de	0,013
		M02_Adhesivo_cementoso	0,020
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,110
		M20_Poliuretano_proyectado	0,080
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,040
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
C05_Fachada_para_revestir_co	0,33	M04_Aplacado_con_baldosas_de	0,013
		M02_Adhesivo_cementoso	0,020
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,110
		M20_Poliuretano_proyectado	0,080
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,040
		M13_Guarnecido_de_yeso	0,015
		M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
C08_Fachada_para_revestir_co	0,32	M04_Aplacado_con_baldosas_de	0,013
		M02_Adhesivo_cementoso	0,020
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,110
		M20_Poliuretano_proyectado	0,080
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,040
		M13_Guarnecido_de_yeso	0,015



C11_Forjado_unidireccional interior	0,69	M21_Solado_de_baldosas_ceram	0,010
		M22_Solera_seca_placas_de_ye	0,020

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
C11_Forjado_unidireccional interior	0,69	M05_Barrera_de_vapor_formada	0,001
		M06_Capa_de_nivelacion_con_g	0,030
		M09_Forjado_unidireccional_2	0,300
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015

C12_Forjado_unidireccional de cubierta	0,35	M05_Barrera_de_vapor_formada	0,001
		M06_Capa_de_nivelacion_con_g	0,030
		M09_Forjado_unidireccional_2	0,300
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0,000
		M17_Lana_mineral	0,040
		M07_Falso_techo_continuo_de	0,016

C13_Forjado_unidireccional interior	0,70	M21_Solado_de_baldosas_ceram	0,010
		M22_Solera_seca_placas_de_ye	0,020
		M05_Barrera_de_vapor_formada	0,001
		M06_Capa_de_nivelacion_con_g	0,030
		M09_Forjado_unidireccional_2	0,300

C14_Losa_de_cimentacion	0,29	M21_Solado_de_baldosas_ceram	0,010
		M22_Solera_seca_placas_de_ye	0,020
		M05_Barrera_de_vapor_formada	0,001
		M06_Capa_de_nivelacion_con_g	0,030
		M15_Hormigon_armado	0,300
		M08_Film_de_polietileno	0,001
		M19_Poliestireno_extruido	0,100

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
C14_Losa_de_cimentacion	0,29	M16_Hormigon_de_limpieza	0,100



C15_Particion_virtual	0,85	M18_Particion_virtual	0,050
C16_Revestimiento_Forjado_un	0,28	Teja cerámica-porcelana	0,020
		Espuma de poliuretano [PU]	0,100
		Betún fieltro o lámina	0,020
		Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]	0,020
		M09_Forjado_unidireccional_2	0,300
C17_Tabique_de_una_hoja_para	2,68	M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,070
		M13_Guarnecido_de_yeso	0,015
		M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
C18_Tabique_de_una_hoja_para	2,68	M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,070
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
C19_Tabique_de_una_hoja_para	2,68	M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,070
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
C20_Tabique_de_una_hoja_para	2,65	M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
		M13_Guarnecido_de_yeso	0,015
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,070
		M13_Guarnecido_de_yeso	0,015
		M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
C23_Tabique_de_una_hoja_para	2,65	M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
		M13_Guarnecido_de_yeso	0,015
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,070
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005





C24_Tabique_de_una_hoja_para	2,71	M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,070
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
C25_Tabique_de_una_hoja_para	2,65	M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M10_Fabrica_de_ladrillo_cera	0,070
		M14_Guarnecido_y_enlucido_de	0,015
		M03_Alicatado_con_baldosas_c	0,005

### 3.3. Cerramientos semitransparentes

#### 3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar	Just.
V01_Doble_acristalamiento_LO	1,40	0,39	SI
V02_Doble_acristalamiento_So	1,10	0,18	SI
V03_Puerta	3,00	0,00	SI

#### 3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Just.
R01_Puerta	3,00	SI
R02_Puerta_practicable_de_12	1,30	SI
R03_Puerta_practicable_de_14	1,30	SI
R04_Puerta_practicable_de_80	1,30	SI
R05_Ventana_fija_de_2400x600	1,30	SI
R06_Ventana_practicable_de_P	2,20	SI
R07_Ventana_practicable_de_1	1,30	SI



### 3.3.3 Huecos

<b>Nombre</b>	H01_Puerta
<b>Acrilamiento</b>	V03_Puerta
<b>Marco</b>	R01_Puerta
<b>% Hueco</b>	99,00
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	60,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	3,00
<b>Factor solar</b>	0,07
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H02_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_acristalamiento_LO
<b>Marco</b>	R03_Puerta_practicable_de_14
<b>% Hueco</b>	40,24
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00

<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,36
<b>Factor solar</b>	0,24
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H03_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Doble_acristalamiento_So
<b>Marco</b>	R02_Puerta_practicable_de_12
<b>% Hueco</b>	45,02
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,19
<b>Factor solar</b>	0,11
<b>Justificación</b>	SI



<b>Nombre</b>	H04_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Doble_acristalamiento_So
<b>Marco</b>	R03_Puerta_practicable_de_14
<b>% Hueco</b>	40,24
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,18
<b>Factor solar</b>	0,12
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H05_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_acristalamiento_LO
<b>Marco</b>	R06_Ventana_practicable_de_P

<b>% Hueco</b>	58,95
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	50,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,87
<b>Factor solar</b>	0,18
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H06_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Doble_acristalamiento_So
<b>Marco</b>	R07_Ventana_practicable_de_1
<b>% Hueco</b>	42,82
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,19
<b>Factor solar</b>	0,11
<b>Justificación</b>	SI

<b>Nombre</b>	H07_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_acristalamiento_LO



Marco	R04_Puerta_practicable_de_80
% Hueco	41,77
Permeabilidad m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> a 100Pa	3,00
U (W/m <sup>2</sup> K)	1,36
Factor solar	0,24
Justificación	SI

Nombre	H08_Ventana
--------	-------------

Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R05_Ventana_fija_de_2400x600
% Hueco	17,08
Permeabilidad m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> a 100Pa	3,00
U (W/m <sup>2</sup> K)	1,38
Factor solar	0,33
Justificación	SI

### 3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,01	0,61
Encuentro suelo exterior-fachada	0,01	0,68
Encuentro cubierta-fachada	0,01	0,68
Esquina saliente	0,01	0,79
Hueco ventana	0,01	0,69
Esquina entrante	0,01	0,87



Pilar	0,01	0,85
Unión solera pared exterior	0,01	0,72

#### 4. Resultados

##### 4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Salon_com	30,19	1	41,8	32,9	75,2	47,2
P01_E02_Aseo	6,02	1	53,7	22,1	45,7	58,2
P01_E03_Cocina	13,46	1	47,3	36,4	43,3	37,5
P01_E04_Lavadero	3,59	1	80,9	21,0	92,1	45,6
P02_E01_Dormitori	11,10	1	57,2	53,4	82,1	49,8
P02_E02_Distribui	8,76	1	51,9	55,7	74,1	76,5
P02_E03_Dormitori	9,47	1	34,8	59,4	90,3	43,7
P02_E04_Despacho	6,86	1	34,5	52,8	100,0	39,9
P02_E05_Bano_2	4,88	1	73,2	34,6	74,2	93,2
P02_E06_Dormitori	13,52	1	46,6	54,9	85,5	45,6
P02_E07_Bano_1	4,92	1	100,0	38,0	77,3	84,7

#### 5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyect

Tipo	Nombre
	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm
	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm
	Espuma de poliuretano [PU]
	Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]



Tipo	Nombre
Material	M02_Adhesivo_cementoso M03_Alicatado_con_baldosas_c M04_Aplacado_con_baldosas_de M05_Barrera_de_vapor_formada M06_Capa_de_nivelacion_con_g M07_Falso_techo_continuo_de M08_Film_de_polietileno M09_Forjado_unidireccional_2 M10_Fabrica_de_ladrillo_cera M13_Guarnecido_de_yeso M14_Guarnecido_y_enlucido_de M15_Hormigon_armado M16_Hormigon_de_limpieza M17_Lana_mineral M18_Particion_virtual M19_Poliestireno_extruido M20_Poliuretano_proyectado M21_Solado_de_baldosas_ceram M22_Solera_seca_placas_de_ye Betún fieltro o lámina Teja cerámica-porcelana
Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO V02_Doble_acristalamiento_So V03_Puerta



---

Marco	R01_Puerta
	R02_Puerta_practicable_de_12
	R03_Puerta_practicable_de_14
	R04_Puerta_practicable_de_80
	R05_Ventana_fija_de_2400x600
	R06_Ventana_practicable_de_P
	R07_Ventana_practicable_de_1

---

Puentes térmicos	Forjado
	Esquina horizontal saliente
	Esquina horizontal entrante
	Esquina saliente
	Esquina entrante
	Pilar
	Hueco ventana
	Unión solera pared exterior

---

En las figuras 130 y 131 se muestra los resultados principales que salen en la pantalla de Líder una vez realizado el cálculo.

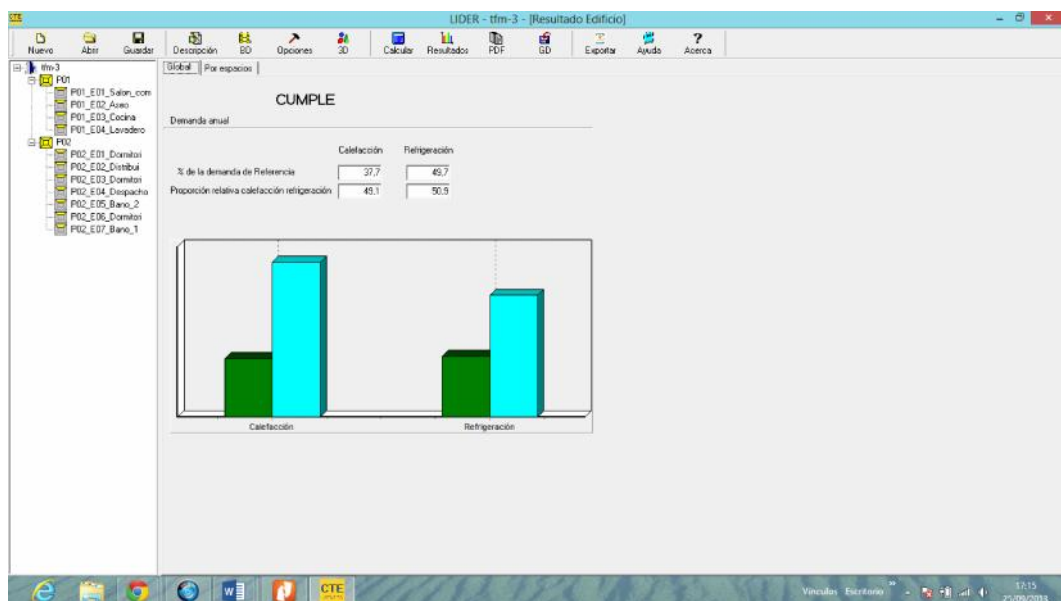


Figura 130. Resultados del cálculo en Líder.  
Fuente. Elaboración propia.





Espacios	m²	nº espacios iguales	Calefacción		Refrigeración	
			% de max	% de ref	% de max	% de ref
P01_E01_Salon_com	47,3	1	41,8	32,9	75,2	47,2
P01_E02_Aseo	7,4	1	53,7	22,1	45,7	58,2
P01_E03_Cocina	15,2	1	47,3	36,4	43,3	37,5
P01_E04_Lavadero	4,5	1	80,9	21,0	92,1	45,6
P02_E01_Dormitori	15,8	1	57,2	53,4	82,1	49,8
P02_E02_Distrib	15,4	1	51,9	55,7	74,1	76,5
P02_E03_Dormitori	10,5	1	34,8	59,4	90,3	43,7
P02_E04_Despacho	7,8	1	34,5	52,8	100,0	39,9
P02_E05_Bano_2	6,2	1	73,2	34,6	74,2	93,2
P02_E06_Dormitori	12,6	1	46,6	54,9	85,5	45,6
P02_E07_Bano_1	6,1	1	100,0	38,0	77,3	84,7
<b>Total</b>	<b>149,0</b>					

Figura 131. Resultados del cálculo en Lider.  
Fuente. Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos en el software oficial Lider el inmueble propuesto cumple con el CTE-HE1, Limitación de la demanda energética, y al ser obtenido mediante el software oficial Lider, estos resultados certifican que la vivienda propuesta cumple con lo exigido.



### 3.15 Resultados de la certificación energética del inmueble objeto con Calener Vyp. Calificación Energética.

**Proyecto: TFM- VIVIENDA**

**PASIVA Fecha:**

**22/09/2013**

Calificación Energética	Proyecto TFM- VIVIENDA PASIVA	
	Localidad Almería	Comunidad Andalucía

#### 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> TFM- VIVIENDA PASIVA	
<b>Localidad</b> Almería	<b>Comunidad Autónoma</b> Andalucía
<b>Dirección del Proyecto</b> Almería	
<b>Autor del Proyecto</b> Carmen María López López	
<b>Autor de la Calificación</b> Carmen María López López	
<b>E-mail de contacto</b> carmenmaril@yahoo.com.ar	<b>Teléfono de contacto</b> 670 32 99 76
<b>Tipo de edificio</b> Unifamiliar	

#### 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

##### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E01_Salon_com	P01	Residencial	3	30,19	2,70
P01_E02_Aseo	P01	Residencial	3	6,02	2,70
P01_E03_Cocina	P01	Residencial	3	13,46	2,70
P01_E04_Lavadero	P01	Residencial	3	3,59	2,70
P02_E01_Dormitori	P02	Residencial	3	11,10	2,70
P02_E02_Distribui	P02	Residencial	3	8,76	2,70
P02_E03_Dormitori	P02	Residencial	3	9,47	2,70



P02_E04_Despacho	P02	Residencial	3	6,86	2,70
P02_E05_Bano_2	P02	Residencial	3	4,88	2,70
P02_E06_Dormitori	P02	Residencial	3	13,52	2,70
P02_E07_Bano_1	P02	Residencial	3	4,92	2,70
P03_E01_camara_de	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	79,48	1,26

## 2.2. Cerramientos opacos

### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
Adhesivo cementoso	1,300	1900,00	1000,00	-	10
Alicatado con baldosas cerámicas, colocada	1,300	2300,00	840,00	-	100000
Aplacado con baldosas de gres porcelánico,	2,300	2500,00	1000,00	-	30

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
Barrera de vapor formada por film de polietil	0,500	980,00	1800,00	-	100000
Capa de nivelación con granulado base PA	2,000	1950,00	1045,00	-	50
Film de polietileno	0,330	920,00	2200,00	-	100000
Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de	0,259	744,44	1000,00	-	60
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,478	920,00	1000,00	-	10
Guarnecido de yeso	0,570	1150,00	1000,00	-	6
Guarnecido y enlucido de yeso	0,570	1150,00	1000,00	-	6
Hormigón armado	2,300	2500,00	1000,00	-	80
Lana mineral	0,035	40,00	840,00	-	1.3
M18_Particion_virtual	0,050	100,00	1000,00	-	1
Poliestireno extruido	0,034	38,00	1000,00	-	100
Poliuretano proyectado	0,035	35,00	1000,00	-	100
Solado de baldosas cerámicas de gres esma	2,300	2500,00	1000,00	-	30



Solera seca placas de yeso con fibras Vidiflo	0,250	825,00	1000,00	-	4
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Teja cerámica-porcelana	1,300	2300,00	840,00	-	30
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0,18	-
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-
Espuma de poliuretano [PU]	0,050	70,00	1500,00	-	60
Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]	0,210	1300,00	1800,00	-	60

### 2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
C02_Fachada_para_revestir_co	0,33	Aplacado con baldosas de gres porcelánico, de g	0,013
		Adhesivo cementoso	0,020
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,110
		Poliuretano proyectado	0,080
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,040
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
C05_Fachada_para_revestir_co	0,33	Aplacado con baldosas de gres porcelánico, de g	0,013
		Adhesivo cementoso	0,020
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,110
		Poliuretano proyectado	0,080
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,040
		Guarnecido de yeso	0,015
		Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005



C08_Fachada_para_revestir_co	0,32	Aplacado con baldosas de gres porcelánico, de g	0,013
		Adhesivo cementoso	0,020
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,110
		Poliuretano proyectado	0,080
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,040
		Guarnecido de yeso	0,015
C11_Forjado_unidireccional interior	0,69	Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	0,010
		Solera seca placas de yeso con fibras Vidifloor F	0,020
C11_Forjado_unidireccional interior	0,69	Barrera de vapor formada por film de polietileno	0,001
		Capa de nivelación con granulado base PA	0,030
		Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EP	0,300
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
C12_Forjado_unidireccional cubierta	0,35	Barrera de vapor formada por film de polietileno	0,001
		Capa de nivelación con granulado base P	0,030
		Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EI	0,300
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0,000
		Lana mineral	0,040
		Falso techo continuo de placas de escayola	0,016
C13_Forjado_unidireccional interior	0,70	Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	0,010
		Solera seca placas de yeso con fibras Vidifloor I	0,020
		Barrera de vapor formada por film de polietileno	0,001
		Capa de nivelación con granulado base PA	0,030
		Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EP	0,300



C14_Losa_de_cimentacion	0,29	Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	0,010
		Solera seca placas de yeso con fibras Vidifloor I	0,020
		Barrera de vapor formada por film de polietileno	0,001
		Capa de nivelación con granulado base P	0,030
		Hormigón armado	0,300
		Film de polietileno	0,001
		Poliestireno extruido	0,100

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C14_Losa_de_cimentacion	0,29	Hormigón de limpieza	0,100
C15_Particion_interior	0,85	M18_Particion_virtual	0,050

C16_Revestimiento_Forjado_un	0,28	Teja cerámica-porcelana	0,020
		Espuma de poliuretano [PU]	0,100
		Betún fieltro o lámina	0,020
		Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]	0,020
		Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de EP)	0,300

C17_Tabique_de_una_hoja_para	2,68	Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,070
		Guarnecido de yeso	0,015
		Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005

C18_Tabique_de_una_hoja_para	2,68	Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,070
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005

C19_Tabique_de_una_hoja_para	2,68	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,070
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015



C20_Tabique_de_una_hoja_para	2,65	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005
		Guarnecido de yeso	0,015
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,070
		Guarnecido de yeso	0,015
		Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005
C23_Tabique_de_una_hoja_para	2,65	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005
		Guarnecido de yeso	0,015
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,070
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005
C24_Tabique_de_una_hoja_para	2,71	Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,070
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
C25_Tabique_de_una_hoja_para	2,65	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,070
		Guarnecido y enlucido de yeso	0,015
		Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005

### 2.3. Cerramientos semitransparentes

#### 2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar
V01_Doble_acristalamiento_LO	1,40	0,39
V02_Doble_acristalamiento_So	1,10	0,18
V03_Puerta	3,00	0,00

#### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)
R01_Puerta	3,00





R02_Puerta_practicable_de_12	1,30
R03_Puerta_practicable_de_14	1,30
R04_Puerta_practicable_de_80	1,30
R05_Ventana_fija_de_2400x600	1,30
R06_Ventana_practicable_de_P	2,20
R07_Ventana_practicable_de_1	1,30

### 2.3.3 Huecos

<b>Nombre</b>	H01_Puerta
<b>Acrilamiento</b>	V03_Puerta
<b>Marco</b>	R01_Puerta
<b>% Hueco</b>	99,00
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	60,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	3,00
<b>Factor solar</b>	0,07

<b>Nombre</b>	H02_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_acristalamiento_LO
<b>Marco</b>	R03_Puerta_practicable_de_14
<b>% Hueco</b>	40,24
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,36

<b>Factor solar</b>	0,24
---------------------	------

<b>Nombre</b>	H03_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Doble_acristalamiento_So
<b>Marco</b>	R02_Puerta_practicable_de_12
<b>% Hueco</b>	45,02
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00



<b>U (W/m²K)</b>	1,19
<b>Factor solar</b>	0,11

<b>Nombre</b>	H04_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Doble_acristalamiento_So
<b>Marco</b>	R03_Puerta_practicable_de_14
<b>% Hueco</b>	40,24
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,18
<b>Factor solar</b>	0,12

<b>Nombre</b>	H05_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_acristalamiento_LO
<b>Marco</b>	R06_Ventana_practicable_de_P
<b>% Hueco</b>	58,95
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	50,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,87
<b>Factor solar</b>	0,18

<b>Nombre</b>	H06_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V02_Doble_acristalamiento_So
<b>Marco</b>	R07_Ventana_practicable_de_1
<b>% Hueco</b>	42,82
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,19
<b>Factor solar</b>	0,11

<b>Nombre</b>	H07_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_acristalamiento_LO
<b>Marco</b>	R04_Puerta_practicable_de_80



<b>% Hueco</b>	41,77
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,36
<b>Factor solar</b>	0,24

<b>Nombre</b>	H08_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_acristalamiento_LO
<b>Marco</b>	R05_Ventana_fija_de_2400x600
<b>% Hueco</b>	17,08
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	3,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,38
<b>Factor solar</b>	0,33

### 3. Sistemas

<b>Nombre</b>	Sistema de ACS
<b>Tipo</b>	agua caliente sanitaria
<b>Nombre Equipo</b>	Paneles solares apoyado con EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Paneles solares apoyados Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre demanda ACS</b>	Demanda de ACS
<b>Nombre equipo acumulador</b>	Equipo de acumulación de ACS
<b>Porcentaje abastecido con energia solar</b>	95,00
<b>Temperatura impulsión (°C)</b>	60,0
<b>Multiplicador</b>	1

### 4. Equipos

<b>Nombre</b>	Equipo de acumulación de ACS
<b>Tipo</b>	Acumulador Agua Caliente



Volumen del depósito (L)	100,00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80,00

Nombre	Paneles solares apoyados EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
--------	---

Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	10,00
Rendimiento nominal	0,75
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Paneles solares con apoyo de Biomasa

## 5. Unidades terminales

## 6. Justificación

### 6.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
Sistema de ACS	90,0	70,0



## 7. Resultados



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	C	10,1	1498,8	D	26,7	3975,2
Demanda refrigeración	A	10,4	1556,1	C	21,0	3129,5
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	C	3,9	581,0	D	8,5	1266,3
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	B	4,0	595,9	D	8,0	1191,8
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	0,0	0,0	D	1,9	285,2
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	B	7,9	1176,9	D	18,4	2743,2
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	14,5	2161,6	D	38,7	5764,0
Consumo energía primaria refrigeración	B	16,2	2415,8	D	32,8	4882,1
Consumo energía primaria ACS	A	4,6	687,8	D	7,9	1178,1
Consumo energía primaria totales	B	35,3	5265,2	D	79,4	11824,3

En las figuras 132 y 133 se muestran los resultados principales que salen en la pantalla de Calener Vyp al realizar el cálculo del inmueble objeto.

Según los resultados obtenidos mediante Calener el inmueble propuesto tiene una demanda en calefacción de 10,1 kWh/m<sup>2</sup> y una demanda en refrigeración de 10,4 kWh/m<sup>2</sup> cumpliendo con el estándar Passivhaus que exigía que las demandas de calefacción y refrigeración de un inmueble Passivhaus debían de ser menores de 15 kWh/m<sup>2</sup> cada una.

Cumpliendo con el estándar observamos que además, el inmueble objeto se califica mediante Calener con la letra "B", y con ello además cumplimos las exigencias que nos llegan desde Europa.

Estos informes nos certifican que el inmueble objeto es de consumo energético casi nulo, lo que se pretendía con este Trabajo Fin de Máster.



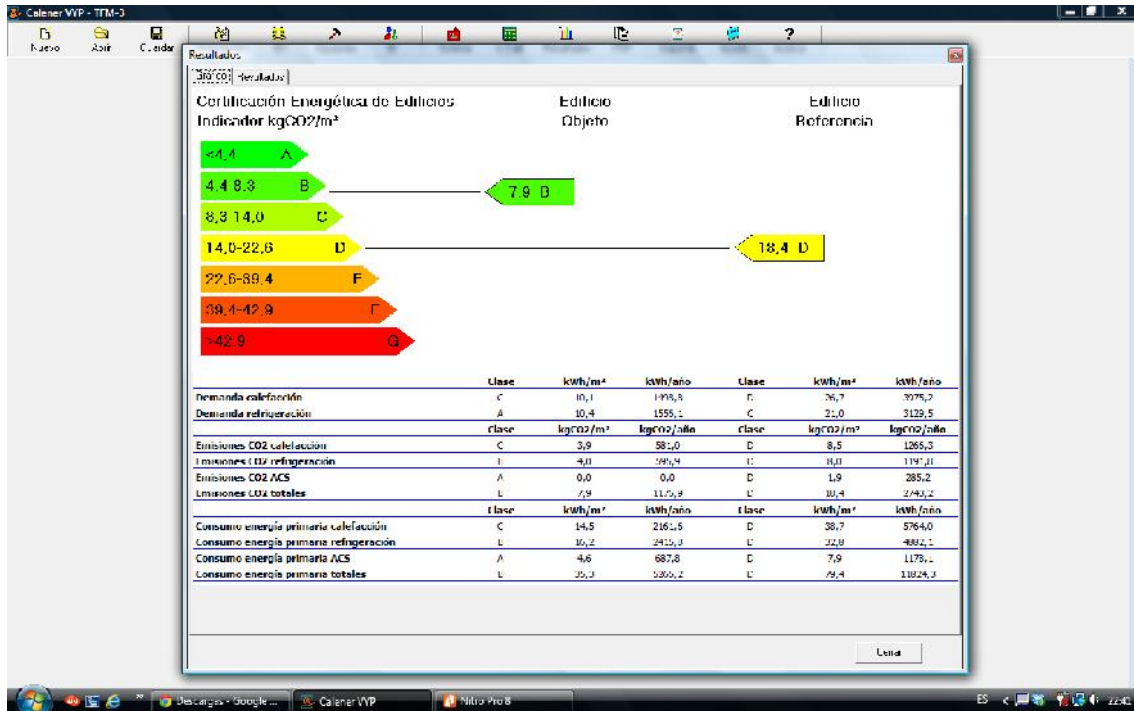


Figura 132. Resultados del cálculo en Calener Vyp. Fuente. Elaboración propia.

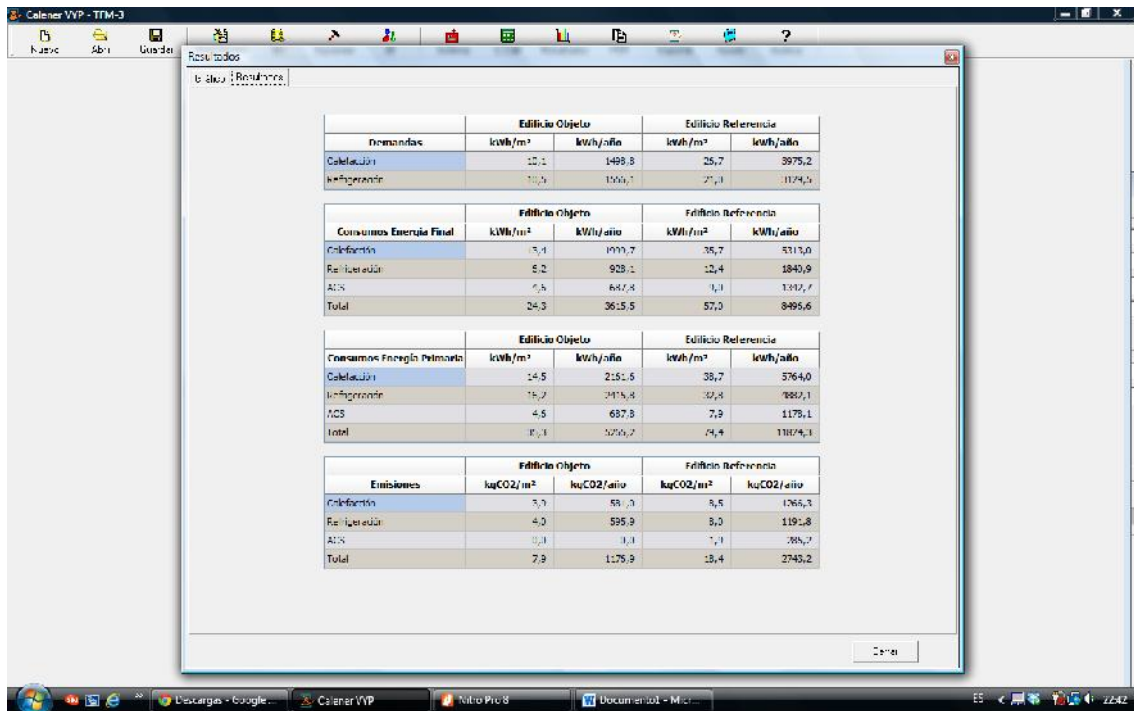


Figura 133. Resultados del cálculo en Calener Vyp. Fuente. Elaboración propia.



### 3.16 Costes.

En el estudio "The passivhaus standard in european warm climates" del Passive-On, se estimaron los ahorros derivados del coste energético y del coste de mantenimiento de las viviendas Passivhaus utilizando diferentes escenarios de ciclo de vida y diferentes países: Alemania, Francia, España, Italia y el Reino Unido. El coste inicial de construcción para la vivienda estándar y la vivienda Passivhaus así como el extra de coste derivado de las opciones Passivhaus con el fin apreciar la diferencia relativa entre las dos y llevar a cabo el análisis del coste del ciclo de vida.

El análisis del coste del ciclo de vida (LCCA) es una técnica de evaluación económica que determina los gastos totales asociados con obtener y operar un determinado sistema durante un periodo de tiempo predeterminado. Los esfuerzos se concentraron en determinar los gastos iniciales y futuros asociados con la operación de las viviendas.

La siguiente tabla (53) muestra los costes promedios de construcción de un edificio residencial estándar y de las alternativas Passivhaus. Se incluye también el coste adicional requerido para mejorar la vivienda estándar hasta convertirla en viviendas de calidad pasiva.

Localidad	Vivienda estándar €/m <sup>2</sup>	Passivhaus €/m <sup>2</sup>	Costes extras €/m <sup>2</sup>	Costes extras (%)
Francia	1.100	1.230	103	9
Alemania	1.400	1.494	94	6.71
Italia	1.200	1.260	60	5
España (Granada)	720	744.1	24.1	3.35
España (Sevilla)	720	740.5	20.5	2.85
Reino Unido (€)	1.317	1.390	73	5.54
Reino Unido (£)	881	930	49	5.54

Tabla 53. Costes promedios construcción estándar / Passivhaus.  
Fuente: Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.

Como la tabla muestra, el extra coste oscila entre el 2.85% (Sevilla) y el 10% (Francia) del coste de la respectiva vivienda estándar. Este rango refleja diferentes realidades en términos de coste de construcción, tradiciones y reglamentaciones térmicas.

Se ha encontrado que la inversión inicial adicional varía desde el 3 al 10%. Entre los diferentes países (España requiere la menor inversión adicional). El ahorro total de energía medido en relación con la vivienda estándar de la misma superficie en planta se estimó entre un 25% y un 65%.

En todos los casos, el LCC en un período de 20 años fue menor para la vivienda estándar que para la vivienda estándar Passivhaus. En España, se encuentra un LCC menor de 10 años.

El periodo de retorno de la inversión varió entre 4 y 19 años para los diferentes países (Tabla 54). En los países más al sur, el periodo de retorno se reduce, desde los 19 años para el Reino Unido o Alemania, hasta los 8 años de Italia, llegando a los 4-5 de España (Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos, 2005).





		Francia	Alemania	Italia	España (Granada)	España (Sevilla)	Reino Unido
Inversión adicional (€/m <sup>2</sup> )		103	94	60	21.1	20.5	73
Inversión adicional (%)		9%	6.71%	5%	3.35%	2.85%	5.54%
Ahorro de energía total (KWh/m <sup>2</sup> /a)		55	75.0	86.0	65.5	37.6	39.7
Ahorro de energía total (%)		45%	50.0%	65.4%	57.3%	40.7%	26.4%
Ratio inversión – ahorro (KWh/m <sup>2</sup> /a)		1.87	1.25	0.70	0.37	0.55	1.84
LCC 10 años €	Estándar	143.731	184.716	193.817	101.828	98.385	108.337
	Pasiva	152.621	190.104	190.437	95.676	96.100	111.988
LCC 20 años €	Estándar	160.343	204.942	221.148	117.928	108.689	117.875
	Pasiva	160.552	200.579	198.458	103.647	102.290	117.256
Relación Coste – beneficio 10 años		-0.72	-0.48	0.39	2.13	0.93	-0.65
Relación Coste – beneficio 20 años		0.02	0.39	2.63	4.94	2.60	0.11
Periodo de recuperación del capital (años)		19.5	19	8	4	5	19

Tabla 54. Tabla resumen - costes inversión y recuperación de capital.  
Fuente. Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos.

Esto indica que, para propietarios ocupantes de viviendas o para promotores de viviendas sociales, la inversión inicial puede considerarse como muy rentable.

De igual forma es importante destacar la oportunidad de asesoramiento técnico y subvenciones para la construcción de viviendas pasivas. En Hannover (Alemania), por ejemplo, se puede contar con el apoyo de varias entidades que ofrecen financiamientos para la construcción de casas de alta eficiencia energética y calidad certificada, a continuación mencionamos algunas de ellas:

- ProKlima GbR.
- La institución bancaria Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).
- La administración Federal de Economía y de control de Exportación BAFA.
- La oficina de la región de Hannover les ayuda ahorrar costes subvencionando las instalaciones de placas solares, biomasa, y bombas térmicas.

Analizando dicha información, certificamos que la inversión de costes extras por el diseño y construcción de una vivienda pasiva es una propuesta beneficiosa para sus promotores o usuarios. La garantía de recuperación de capital es garantizada por la misma eficiencia energética del edificio.

España tiene el menor promedio con 4.5 años; los países Francia, Italia, y Reino Unido, tienen un promedio de 15.5 años; y Alemania, y Austria, 19 años. La construcción

Passivhaus se presenta como una alternativa interesante al mercado, construcción, y al cumplimiento de los objetivos de eficiencia energética nula en los edificios. (Passive-On. El estándar Passivhaus en climas cálidos, 2005).



### 3.16.1 Resultado de los costes del inmueble. Presupuesto de ejecución material.

▪ Presupuesto parcial N° 1 Acondicionamiento del terreno.

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de encachado** de 20 cm de espesor en caja para base de solera, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravas procedentes de cantera caliza de 40/80 mm; y posterior compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante, sobre la explanada homogénea y nivelada (no incluida en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y regado de los mismos.

B) Incluye: Transporte y descarga del material a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Riego de la capa. Compactación y nivelación.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Cantidad: 57,38 precio: 7,76 **total: 445,27**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de solera de hormigón armado** de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-35/B/20/IIIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, para servir de base a un solado, sin tratamiento de su superficie; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocado alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera.

B) Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de hormigonado. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de hormigonado y contorno. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Aserrado de juntas de retracción.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro. Cantidad: 57,38 Precio: 18,03 **Total: 1.034,56**

**Total presupuesto parcial N° 1 Acondicionamiento del terreno: 1.479,83**



▪ Presupuesto parcial N° 2 Cimentaciones

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de capa de hormigón de limpieza** y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.

B) Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Cantidad:79,52 Precio; 8,71 **Total: 692,62**

▫ m<sup>3</sup> A) Descripción: **Formación de losa de cimentación** de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 85 kg/m<sup>3</sup>; acabado superficial liso mediante regla vibrante. Incluso p/p de refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, malla metálica de alambre en cortes de hormigonado, formación de foso de ascensor, separadores, pasatubos para paso de instalaciones, colocación y fijación de colectores de saneamiento en losa, vibrado del hormigón con regla vibrante y formación de juntas de hormigonado.

B) Incluye: Replanteo y trazado de la losa y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en la misma. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Colocación de pasatubos. Conexionado, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.

C) Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Cantidad: 23,86 Precio: 182,07 **Total: 4.343,46**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Montaje de sistema de encofrado** recuperable metálico en losa de cimentación, formado por paneles metálicos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso p/p de elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y aplicación de líquido desencofrante.

B) Incluye: Replanteo. Montaje del sistema de encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de hormigón en contacto con el encofrado realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Cantidad: 39,60 Precio: 11,02 **Total: 436,39**



**Total presupuesto Nº 2 Cimentaciones: 5.472,47**

▪ Presupuesto parcial Nº 3 Estructuras

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de estructura** de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa, Tradiplan "FYM ITALCEMENTI GROUP", fabricado en central, y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado, vigas y pilares de 0,17 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, y acero UNE-EN 10080 B 400 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total 11 kg/m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 22 = 17+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón ligero con arcilla expandida, 60x20x17 cm, incluso p/p de piezas especiales; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; incluso p/p de zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, sistema de encofrado continuo para forjado compuesto de puntales, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles; PILARES: con altura libre de hasta 3 m, incluso p/p de montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Remate en borde de forjado con molde de poliestireno expandido para cornisa.

B) Incluye: PILARES: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales. FORJADO: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas, bovedillas y moldes para cornisas. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Reparación de defectos superficiales.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>. Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto. Cantidad: 24,55 Precio: 82,99 **Total: 2.037,40**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de estructura** de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa fabricado en central, y vertido con bomba, con un volumen total de hormigón en forjado, vigas y pilares de 0,172 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, y acero UNE-EN 10080 B 400 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total 11 kg/m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: inclinado, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla mecanizada de poliestireno expandido, 60x50x25 cm, incluso p/p de piezas especiales; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080;



vigas planas; incluso p/p de zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, sistema de encofrado continuo para forjado compuesto de puntales, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles; PILARES: con altura libre de hasta 3 m, incluso p/p de montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Remate en borde de forjado con molde de poliestireno expandido para cornisa.

B) Incluye: PILARES: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales. FORJADO: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas, bovedillas y moldes para cornisas. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Reparación de defectos superficiales.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>. Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto. Cantidad: 113,76 Precio: 85,53 **Total: 9.729,89**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de estructura** de hormigón

armado, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIIa, Tradiplan "FYM ITALCEMENTI GROUP", fabricado en central, con un contenido de fibras de refuerzo Sikafil "SIKA" de 0 kg/m<sup>3</sup> y vertido con bomba, con un volumen total de hormigón en forjado, vigas y pilares de 0,172 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, y acero UNE-EN 10080 B 400 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total 11 kg/m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semiviguetas pretensadas T-12; bovedilla mecanizada de poliestireno expandido, 60x50x25 cm, incluso p/p de piezas especiales; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; incluso p/p de zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, sistema de encofrado continuo para forjado compuesto de puntales, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles; PILARES: con altura libre de hasta 3 m, incluso p/p de montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Remate en borde de forjado con molde de poliestireno expandido para cornisa Reltec Cornisas Form S-01 "GRUPO VALERO", de 350 mm de alto y 250 mm de ancho.

B) Incluye: PILARES: Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Montaje del sistema de encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales. FORJADO: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas, bovedillas y moldes para cornisas. Colocación de las





armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Reparación de defectos superficiales.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>. Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto. Cantidad: 159,02 Precio: 88,73 **Total: 14.109,84**

**Total presupuesto arcial Nº 3 Estructuras: 25.877,13**

▪ Presupuesto parcial Nº 4 Fachadas

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y montaje de ventana** de PVC una hoja practicable, dimensiones 600x1300 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en color blanco, perfiles de estética redondeada, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, sin compacto; compuesta por premarco, marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 1, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 1A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C1, según UNE-EN 12210. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de la hoja. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 3,00 Precio: 190,50 **Total: 571,50**

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y montaje de ventana** de PVC "VEKA", sistema Softline Doble Junta SL/DJ, una hoja practicable, dimensiones 1000x1300 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en color blanco, coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,3 W/(m<sup>2</sup>K), perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, incluso conjunto de persiana, compuesto de capialzado VEKA-Eurostar 165, lamas de PVC VEKA K-51, guías, recogedor empotrado en el marco y cinta de accionamiento; compuesta por



premarco, marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E 1200, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de la hoja. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 1,00 Precio: 305,66 **Total: 305,66**

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y montaje de ventanal fijo** de PVC "VEKA", sistema Softline Doble Junta SL/DJ, dimensiones 2400x600 mm, compuesto de marco y junquillos con acabado natural en color blanco, coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo  $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado; compuesta por premarco, marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E 1200, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 Totalmente montada y probada.

B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de la hoja.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 1,00 Precio: 157,12 **Total: 157,12**

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y montaje de puerta balconera** de PVC "VEKA", sistema Softline Doble Junta SL/DJ, dos hojas practicables, dimensiones 1400x2100 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color blanco, coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo  $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, incluso conjunto de persiana, compuesto de capialzado VEKA-Eurostar 165, lamas de PVC VEKA K-51, guías, recogedor empotrado en el marco y cinta de accionamiento;





compuesta por premarco, marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E 1200, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 2,00 Precio: 485,81 **Total: 971,62**

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y montaje de puerta auxiliar** de PVC "VEKA", sistema Softline Doble Junta SL/DJ, una hoja practicable, dimensiones 800x2100 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos con acabado natural en color blanco, coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo  $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados; compuesta por premarco, marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E 1200, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de la hoja. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 2,00 Precio: 462,61 **Total: 925,22**

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y montaje de puerta auxiliar** de PVC "VEKA", sistema Softline Doble Junta SL/DJ, dos hojas practicables, dimensiones 1200x2100 mm, compuesta de marco, hojas y junquillos con acabado natural en color blanco, coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo  $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , perfiles de estética recta, espesor en paredes exteriores de 2,8 mm, 5 cámaras, refuerzos interiores de acero galvanizado, mecanizaciones de desagüe y



descompresión, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes bicromatados, incluso conjunto de persiana, compuesto de capitalizado VEKA-Eurostar 165, lamas de PVC VEKA K-51, guías, recogedor empotrado en el marco y cinta de accionamiento; compuesta por premarco, marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Elaborada en taller, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E 1200, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210 Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 5,00 Precio: 778,24 **Total: 3.891,20**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Ejecución de hoja interior de cerramiento**

**de fachada** de 4 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco sencillo, para revestir, 24x11,5x4 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas, formación de huecos, jambas y mochetas, cajeado en el perímetro de los huecos para alojar los elementos de fijación de la carpintería exterior, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares.

B) Incluye: Replanteo, planta a planta. Rectificación de irregularidades del forjado terminado. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de piso preciso para pavimento e instalaciones. Asiento de la primera hilada sobre capa de mortero. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>. Cantidad: 183,13 Precio: 17,03 **Total: 3.118,70**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Ejecución de hoja exterior** de 1/2 pie

de espesor de fábrica, en cerramiento de fachada, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, 33x16x11 cm, recibida con mortero de cemento M-5, con apoyo mínimo de las 2/3 partes del ladrillo sobre el forjado, o sobre angulares de acero laminado galvanizado en caliente fijados a los frentes de forjado si, por errores de ejecución, el ladrillo no apoya sus 2/3 partes sobre el forjado. Incluso p/p de enjarjes, mermas, roturas,



revestimiento de los frentes de forjado con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia, encuentro con pilares, formación de esquinas, petos de cubierta, formación de dinteles mediante obra de fábrica con armadura de acero corrugado, jambas y mochetas, juntas de dilatación, ejecución de encuentros y puntos singulares. B) Incluye: Definición de los planos de fachada mediante plomos. Replanteo, planta a planta. Rectificación de irregularidades del forjado terminado. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de piso preciso para pavimento e instalaciones. Asiento de la primera hilada sobre capa de mortero. Colocación de miras. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Revestimiento de los frentes de forjado, muros y pilares. Realización de todos los trabajos necesarios para la resolución de los huecos.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, incluyendo el revestimiento del frente de forjado, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, incluyendo el revestimiento del frente de forjado, deduciendo los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>.

Cantidad: 202,74      Precio: 21,73      **Total: 4.405,54**

▫ m<sup>2</sup>      A) Descripción: **Doble acristalamiento LOW.S**, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica LOW.S de 4 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, rellena de gas argón y vidrio interior Templa.Lite Azur.Lite color azul de 6 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA" compatible con el material soporte, en la cara exterior, y con perfil continuo de neopreno en la cara interior. Incluso cortes del vidrio, colocación de junquillos y señalización de las hojas.

B) Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.

Cantidad: 7,75      Precio: 110,88      **Total: 859,32**

▫ m<sup>2</sup>      A) Descripción: **Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica**, conjunto formado por vidrio exterior Templa.Lite Solar.Lite Green de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 14 mm, rellena de gas argón y vidrio interior de baja emisividad térmica LOW.S de 6 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA" compatible con el material soporte, en la cara exterior, y con perfil continuo de neopreno en la cara interior. Incluso cortes del vidrio, colocación de junquillos y señalización de las hojas.



B) Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.

Cantidad: 19,59      Precio: 120,61      **Total: 2.362,75**

**Total presupuesto parcial N° 4 Fachadas: 17.568,63**

▪ Presupuesto parcial N° 5 Particiones

▫ Ud    A) Descripción: **Suministro y colocación de puerta de** entrada a piso, acorazada normalizada, con luz de paso 85,6 cm y altura de paso 203 cm. Compuesto de: hoja formada por una plancha de acero electrogalvanizado, plegada y reforzada por perfiles omega de acero verticales, acabado con tablero con molduras rectas en ambas caras en madera de roble; marco y premarco de acero electrogalvanizado y pintado en polvo de poliéster con ocho garras de acero antipalanca para anclar al hormigón recubiertos con tapajuntas en ambas caras; cerradura de seguridad de tres puntos frontales de cierre (10 pestillos) con bombillo de seguridad y burlete de goma y fieltro con cierre automático al suelo; bisagras fabricadas en perfil de acero de 5 cm de espesor; pernio y esfera de acero inoxidable con rodamientos; mirilla, pomo y tirador; cortavientos oculto en la parte inferior de la puerta con todos sus herrajes de colgar y seguridad restantes. Elaborado en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montado y probado.

B) Incluye: Colocación del premarco. Marcado de puntos de fijación y aplomado del marco. Fijación del marco. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 1,00    Precio: 835,19      **Total: 835,19**

▫ Ud    A) Descripción: **Suministro y colocación de puerta de** paso ciega, de una hoja de 203x72,5x3,5 cm, lisa de tablero aglomerado, barnizada en taller, de roble recompuesto; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 70x10 mm en ambas caras. Incluso herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo de roseta de latón plata mate, serie media. Ajuste de la hoja, fijación de los herrajes y ajuste final. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Realización de pruebas de servicio.



C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 6,00 Precio: 202,76 **Total: 1.216,56**

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y colocación de puerta de paso vidriera**, de una hoja de 203x72,5x3,5 cm, lisa de tablero aglomerado, barnizada en taller, de roble recompuesto; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de roble recompuesto de 70x10 mm en ambas caras; acristalamiento del 40% de su superficie, mediante una pieza de vidrio traslúcido incoloro, de 4 mm de espesor, con cantos biselados, colocado con junquillo clavado, según planos de detalle de carpintería. Incluso herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo de roseta de latón plata mate, serie media. Ajuste de la hoja, fijación de los herrajes, colocación y sellado del vidrio con silicona incolora, colocación de junquillos y ajuste final. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Colocación y sellado del vidrio. Colocación de junquillos. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 2,00 Precio: 230,47 **Total: 460,94**

▫ Ud A) Descripción: **Suministro y colocación de puerta de paso vidriera**, de dos hojas de 203x82,5x3,5 cm, lisa de tablero aglomerado, barnizada en taller, de sapeli; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de sapeli de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de sapeli de 70x10 mm en ambas caras; acristalamiento del 40% de su superficie, mediante una pieza de vidrio traslúcido incoloro, de 4 mm de espesor, colocado con junquillo clavado, según planos de detalle de carpintería. Incluso herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo de roseta de latón plata mate, serie media. Ajuste de la hoja, fijación de los herrajes, colocación y sellado del vidrio con silicona incolora, colocación de junquillos y ajuste final. Totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

B) Incluye: Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Colocación y sellado del vidrio. Colocación de junquillos. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.



D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Cantidad: 1,00 Precio: 315,53 **Total: 315,53**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de hoja de partición interior** de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, recibida con mortero de cemento M-5. Incluso p/p de replanteo, nivelación y aplomado, recibido de cercos y precercos, mermas, roturas, enjarjes, mochetas y limpieza.

B) Incluye: Replanteo y trazado en el forjado de los tabiques a realizar. Colocación y aplomado de miras de referencia. Colocación, aplomado y nivelación de cercos y precercos de puertas y armarios. Tendido de hilos entre miras. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Recibido a la obra de los elementos de fijación de cercos y precercos. Encuentros de la fábrica con fachadas, pilares y tabiques. Encuentro de la fábrica con el forjado superior.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Cantidad: 102,16 Precio: 14,60 **Total: 1.491,54**

**Total presupuesto parcial Nº 5 Particiones: 4.319,76**

▪ Presupuesto parcial Nº 6 Aislamientos e impermeabilizaciones

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de aislamiento** por el interior en cerramiento de doble hoja de fábrica para revestir mediante espuma rígida de poliuretano proyectado de 80 mm de espesor mínimo, 35 kg/m<sup>3</sup> de densidad mínima, aplicado directamente sobre el paramento mediante proyección mecánica. Incluso p/p de maquinaria, protección de paramentos, carpinterías y otros elementos colindantes, y limpieza.

B) Incluye: Protección de los elementos del entorno que puedan verse afectados durante los trabajos de proyección del poliuretano. Preparación de la superficie soporte. Proyección del poliuretano en capas sucesivas.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Cantidad: 183,13 Precio: 17,40 **Total: 3.186,46**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y colocación de aislamiento térmico** horizontal de soleras en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 100 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq 300$  kPa, resistencia térmica 2,8 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa





separadora, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.

B) Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento sobre el terreno. Colocación del film de polietileno.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Cantidad: 79,52 Precio: 32,51 **Total: 2.585,20**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y colocación de aislamiento**

**térmico** vertical de soleras en contacto con el terreno, constituido por panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NIII L "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 100 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq 300$  kPa, resistencia térmica 2,8 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK) y film de polietileno dispuesto sobre el aislante a modo de capa separadora, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie soporte y cortes del aislante.

B) Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento sobre el terreno. Colocación del film de polietileno.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Cantidad: 19,80 Precio: 33,28 **Total: 658,94**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y colocación de aislamiento**

**acústico** sobre falso techo de placas, formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Incluso p/p de cortes del aislante.

B) Incluye: Corte, ajuste y colocación del aislamiento.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

Cantidad: 65,04 Precio: 6,07 **Total: 394,79**

**Total presupuesto parcial N° 6 Aislamiento e impermeabilizaciones: 6.825,39**

▫ Presupuesto parcial N° 7 Cubiertas

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de cubierta plana transitable,**

no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de los siguientes elementos: FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de 10 cm de espesor medio a base de arcilla expandida de 350 kg/m<sup>3</sup> de densidad, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una





conductividad térmica de 0,087 W/(mK); acabado con capa de regularización de mortero de cemento M-5 de 2 cm de espesor, fratasada y limpia; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140), con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 150 g/m<sup>2</sup>, de superficie no protegida colocada con imprimación asfáltica, tipo EA; CAPA SEPARADORA BAJO AISLAMIENTO: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 150 g/m<sup>2</sup>; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 50 mm de espesor, resistencia a compresión  $\geq$  300 kPa, resistencia térmica 1,5 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK); CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una masa superficial de 200 g/m<sup>2</sup>; CAPA DE PROTECCIÓN: Pavimento de baldosas de gres rústico 4/0/-/E (pavimentos para tránsito peatonal medio, tipo 4; suelos exteriores y suelos con requisitos específicos, tipo 3; exterior, tipo -/E), 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris, sobre una capa de regularización de mortero M-5 de 4 cm de espesor, rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de crucetas de PVC, fajeado de juntas y puntos singulares, formación y sellado de juntas de pavimento y perimetrales, y limpieza final.

B) Incluye: Replanteo de los puntos singulares. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Vertido en seco de la arcilla expandida hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras, y consolidación con lechada de cemento. Vertido, extendido y regleado del mortero de regularización. Limpieza y preparación de la superficie en la que ha de aplicarse la lámina asfáltica. Aplicación de la emulsión asfáltica. Colocación de la impermeabilización. Colocación de la capa separadora bajo aislamiento. Revisión de la superficie base en la que se realiza la fijación del aislamiento de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear. Corte, ajuste y colocación del aislamiento. Colocación de la capa separadora bajo protección. Vertido, extendido y regleado del material de agarre o nivelación. Replanteo de las juntas del pavimento. Replanteo del pavimento y fajeado de juntas y puntos singulares. Colocación de las baldosas con junta abierta. Sellado de juntas de pavimento y perimetrales. Rejuntado del pavimento.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

Cantidad: 24,55    Precio: 82,34    **Total: 2.021,45**

**Total presupuesto parcial Nº 7 Cubiertas:    2.021,45**



▪ Presupuesto parcial N° 8 Revestimientos

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y colocación de alicatado**

con gres esmaltado, 1/0/-/- (paramento, tipo 1; sin requisitos adicionales, tipo 0; ningún, requisito adicional, tipo -/-), 31,6x59,2 cm, 8 €/m<sup>2</sup>, recibido con adhesivo cementoso normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris, con doble encolado. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte de mortero de cemento u hormigón; replanteo, cortes, cantoneras de perfil de acero inoxidable AISI 304, Schlüter-QUADEC-Q 60 E "SCHLÜTER-SYSTEMS", de 6 mm de altura, y juntas; rejuntado con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas; acabado y limpieza final.

B) Incluye: Preparación de la superficie soporte. Replanteo de niveles y disposición de baldosas. Colocación de maestras o reglas. Preparación y aplicación del adhesivo. Formación de juntas de movimiento. Colocación de las baldosas. Ejecución de esquinas y rincones. Rejuntado de baldosas. Acabado y limpieza final.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Cantidad: 136,91 Precio: 28,12 **Total: 3.849,91**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y colocación de aplacado** con

baldosa de gres porcelánico, de gran formato, serie Piedra, modelo Transit "KERABEN SYSTEMS", acabado Blanco, de 100x50x1,3 cm, realizado mediante el sistema de Fachada Aplacada, sobre una superficie maestreada de mortero de cemento (no incluida en este precio). Incluso p/p de adhesivo cementoso, anclajes de seguridad y sellado de juntas de colocación.

B) Incluye: Aplicación del adhesivo cementoso sobre el soporte. Peinado del adhesivo cementoso sobre el soporte. Realización del doble encolado en el dorso de la baldosa cerámica. Colocación de la baldosa. Fijación del anclaje de seguridad. Correcto posicionamiento y apriete del anclaje de seguridad. Formación de juntas de movimiento. Resolución de puntos singulares. Rejuntado de baldosas. Acabado y limpieza final.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>, añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>, añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles.

Cantidad: 188,92 Precio: 127,85 **Total: 24.153,42**



▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de capa de pintura plástica** con textura lisa, color blanco, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de yeso o escayola, mediante aplicación de una mano de fondo de emulsión acrílica acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica en dispersión acuosa tipo II según UNE 48243 (rendimiento: 0,125 l/m<sup>2</sup> cada mano). Incluso p/p de preparación del soporte mediante limpieza.  
B) Incluye: Preparación del soporte. Aplicación de la mano de fondo. Aplicación de las manos de acabado.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

Cantidad: 341,39      Precio: 9,51      Total: 3.246,62

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de revestimiento continuo** interior de yeso, maestreado, sobre paramento vertical, de hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una primera capa de guarnecido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir y una segunda capa de enlucido con pasta de yeso de aplicación en capa fina C6, que constituye la terminación o remate, con maestras en las esquinas, rincones y guarniciones de huecos, intercalando las necesarias para que su separación sea del orden de 1 m. Incluso p/p de colocación de guardavivos de plástico y metal con perforaciones, remates con rodapié, formación de aristas y rincones, guarniciones de huecos, colocación de malla de fibra de vidrio antiálcalis para refuerzo de encuentros entre materiales diferentes en un 10% de la superficie del paramento y montaje, desmontaje y retirada de andamios.  
B) Incluye: Preparación del soporte que se va a revestir. Realización de maestras. Colocación de guardavivos en las esquinas y salientes. Amasado del yeso grueso. Extendido de la pasta de yeso entre maestras y regularización del revestimiento. Amasado del yeso fino. Ejecución del enlucido, extendiendo la pasta de yeso fino sobre la superficie previamente guarnecida.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida desde el pavimento hasta el techo, según documentación gráfica de Proyecto, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>. No han sido objeto de descuento los paramentos verticales que tienen armarios empotrados, sea cual fuere su dimensión.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, considerando como altura la distancia entre el pavimento y el techo, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento sea cual fuere su dimensión.

Cantidad: 273,22      Precio 12,39      **Total: 3.385,20**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Formación de revestimiento continuo** interior de yeso, maestreado, sobre paramento horizontal, hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una primera capa de guarnecido con pasta de yeso de



construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir y una segunda capa de enlucido con pasta de yeso de aplicación en capa fina C6, que constituye la terminación o remate, con maestras en las esquinas, rincones y guarniciones de huecos, intercalando las necesarias para que su separación sea del orden de 1 m. Incluso p/p de formación de aristas y rincones, guarniciones de huecos, colocación de malla de fibra de vidrio antiálcalis para refuerzo de encuentros entre materiales diferentes en un 10% de la superficie del paramento y montaje, desmontaje y retirada de andamios.

B) Incluye: Preparación del soporte que se va a revestir. Realización de maestras. Amasado del yeso grueso. Extendido de la pasta de yeso entre maestras y regularización del revestimiento. Amasado del yeso fino. Ejecución del enlucido, extendiendo la pasta de yeso fino sobre la superficie previamente guarnecida.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos verticales, según documentación gráfica de Proyecto, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>.

Cantidad: 66,18      Precio: 14,33      **Total: 948,36**

▫ m<sup>2</sup>      A) Descripción: **Formación de revestimiento continuo** interior de yeso, a buena vista, sobre paramento vertical, de hasta 3 m de altura, de 15 mm de espesor, formado por una capa de guarnecido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos a revestir, con maestras solamente en las esquinas, rincones, guarniciones de huecos y maestras intermedias para que la separación entre ellas no sea superior a 3 m. Incluso p/p de colocación de guardavivos de plástico y metal con perforaciones, remates con rodapié, formación de aristas y rincones, guarniciones de huecos, colocación de malla de fibra de vidrio antiálcalis para refuerzo de encuentros entre materiales diferentes en un 10% de la superficie del paramento y montaje, desmontaje y retirada de andamios.

B) Incluye: Preparación del soporte que se va a revestir. Realización de maestras. Colocación de guardavivos en las esquinas y salientes. Amasado del yeso grueso. Extendido de la pasta de yeso entre maestras y regularización del revestimiento.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida desde el pavimento hasta el techo, según documentación gráfica de Proyecto, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>. No han sido objeto de descuento los paramentos verticales que tienen armarios empotrados, sea cual fuere su dimensión.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá, a cinta corrida, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, considerando como altura la distancia entre el pavimento y el techo, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento sea cual fuere su dimensión.

**Cantidad: 96,28      Precio: 7,81      Total: 751,95**



▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y colocación de solera seca F131** "KNAUF" Vidifloor, sobre forjado de hormigón debidamente nivelado (no incluido en este precio), formada por el elemento doble Vidifloor, de 20 mm de espesor total, compuesto por dos placas de yeso con fibra pegadas en fábrica de 10 mm, con bordes desfasados de 5 cm, apoyada sobre barrera de vapor formada por film de polietileno de 0,2 mm de espesor, previamente extendido sobre el forjado y unidos sus bordes entre sí mediante pegamento y posterior atornillado. Incluso p/p de film de polietileno, banda perimetral, capa de nivelación con granulado base PA, pegamento, tornillería e imprimación final de toda su superficie con Estrichgrund antes de aplicar sobre ella cualquiera de los revestimientos compatibles con el sistema.

B) Incluye: Colocación del film de polietileno. Colocación de la banda perimetral. Colocación del granulado base. Colocación de las placas. Tratamiento y acabado superficial.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro. Cantidad: 210,64 Precio 34,37 **Total: 7.239,70**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y ejecución de pavimento** mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/- (pavimentos para tránsito peatonal leve, tipo 2; sin requisitos adicionales, tipo 0; ningún requisito adicional, tipo -/-), de 40x40 cm, 8 €/m<sup>2</sup>; recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris, con doble encolado, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, BL-V 22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento.

B) Incluye: Limpieza y comprobación de la superficie soporte. Replanteo de los niveles de acabado. Replanteo de la disposición de las baldosas y juntas de movimiento. Aplicación del adhesivo. Colocación de las baldosas a punta de paleta. Formación de juntas de partición, perimetrales y estructurales. Rejuntado. Eliminación y limpieza del material sobrante. Limpieza final del pavimento.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. Cantidad: 210,64 Precio: 21,08 **Total: 4.440,29**

▫ m<sup>2</sup> A) Descripción: **Suministro y formación de falso techo continuo**, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes de pasta de escayola y fibras vegetales, repartidas uniformemente



(3 fijaciones/m<sup>2</sup>) y separadas de los paramentos verticales un mínimo de 5 mm. Incluso p/p de pegado de los bordes de las placas y rejuntado de la cara vista con pasta de escayola; realización de juntas de dilatación, repaso de las juntas, enlucido final del falso techo con una capa de menos de 1 mm de espesor de escayola y paso de la canalización de protección del cableado eléctrico. Totalmente terminado y listo para imprimir, pintar o revestir.

B) Incluye: Trazado en los muros del nivel del falso techo. Colocación y fijación de las estopadas. Colocación de las placas. Realización de orificios para el paso de los tubos de la instalación eléctrica. Enlucido de las placas con pasta de escayola. Paso de la canalización de protección del cableado eléctrico.

C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

Cantidad: 65,04 Precio: 12,40 **Total: 806,50**

**Total presupuesto parcial N° 8 Revestimientos: 48.821,95**

#### PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Nº	CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	1.479,83
2	CIMENTACIONES	5.472,47
3	ESTRUCTURAS	25.877,13
4	FACHADAS	17.568,63
5	PARTICIONES	4.319,76
6	AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES	6.825,39
7	CUBIERTAS	2.021,45
8	REVESTIMIENTOS	48.821,95
Presupuesto de ejecución material		112.386,61

Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO DOCE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS.





### **3.17 El concepto Passivhaus en Almería y su relación con la normativa RITE.**

La casa pasiva es un estándar alemán desarrollado para climas fríos, y esto quizá hace dudar de su sentido de aplicación en Almería, con un clima totalmente opuesto al de Alemania.

Se han construido miles de edificios siguiendo los criterios del estándar Passivhaus en Alemania, y en casi todos países europeos, en EEUU, en Japón, y también hay ejemplos en el clima mediterráneo, en países como Italia y Francia, que nos pueden servir de ejemplo para nuestra vivienda (Passive House Institute, 1996).

El arquitecto alemán Jan Helge Bey afirma que en España nos podemos igualmente beneficiar de este método, en el sentido de proteger las viviendas del intenso calor que sufren en verano algunas regiones españolas (Jan Helge Bey, 2012).

Como se ha especificado anteriormente existe Passive-On project coordinado por el EERG (end-use Efficiency Research Group) del Politécnico de Milán. Por el que se está estudiando el estándar de casa pasiva en zonas con clima templado como el sur de Europa y el sur de España. El proyecto comenzó el 1 de enero del 2005 (Passive-On, 2005). Pero hay que destacar que Almería posee un clima semidesértico único en España y en Europa, que dista del clima templado y por lo que se ha comprobado cambian algunas pautas del estándar.

En Almería la demanda de refrigeración durante los meses de verano suele ser más alta que la demanda de calefacción durante el invierno, tal y como hemos comprobado con los resultados obtenidos en Calener. Esto justifica que sea necesario protegerse con aislamiento térmico no solamente del frío, sino también del calor, especialmente en los elementos constructivos más expuestos al sol durante el verano.

El concepto de casa pasiva se aplica de igual forma en todos los climas salvo algunas diferencias, dependiendo de si hay que beneficiarse más del sol por el frío o por lo contrario protegerse más debido al calor como es el caso de climas cálidos como el nuestro.

Por lo tanto nuestra vivienda cuenta y cumple con los parámetros y objetivos exigidos para casas Passivhaus pero prestando mayor atención a su protección frente a los meses de más calor y por supuesto, teniendo esto en cuenta en materiales de construcción de la misma, como pueda ser el aislamiento térmico que utilizamos para su edificación.

Esta medida se complementa con la normativa española RITE, la cual menciona que el interior de los edificios deben de tener una temperatura operativa, que será precisamente una combinación entre la temperatura del aire interior y la temperatura de radiación de las superficies interiores, dentro de un rango de confort. Pero el Rite además exige que cuando el diseño pasivo del edificio no consiga este intervalo de confort de temperatura, habrá que instalar sistemas activos para su cumplimiento.

Este principio también es aplicable al concepto pasivo de edificios, pues tanto el estándar Passivhaus como el RITE están basados en estándares europeos (RITE, 2007).





La forma más efectiva de proteger nuestra vivienda de la radiación solar será mediante protecciones exteriores de los huecos como hemos podido comprobar.

Una vivienda bien aislada y estanca funcionará de una manera excelente en todas las épocas del año.

Los huecos en paredes orientadas al sur serán las más fáciles de proteger, puesto que el sol incide verticalmente en verano por ello se les ha prestado especial atención ofreciéndoles sombra mediante la terraza exterior a los huecos de planta baja y con el sistema de protección solar para ventanas compuesto de lamas horizontales, plegándose y haciéndose toldo en el momento más caluroso del día, para los huecos de planta alta.

### **3.18 Concepto Passivhaus en relación con CTE, LIDER y Calener.**

Muchas normativas españolas y en particular el CTE no consideran el efecto de las protecciones solares interiores en sus procedimientos de cálculo. De la única manera que podrá justificarse su efecto será disponiendo de una simulación de ganancias solares y lumínicas del edificio y reducir el factor solar y la transmisión térmica de los vidrios (CTE, 2009).

En la opción de cálculo general que es la que nosotros hemos empleado mediante Lider, la HE-1 (simulación mediante LIDER) o en edificaciones con Calener Vyp, las protecciones se definen lo más parecidas a la realidad que nos permite cada uno de los programas utilizados en el diseño y dimensionado del inmueble objeto y a partir de una simulación dinámica horaria se calcula el efecto global en las ganancias solares del edificio, pero no pudiéndose definir completamente como ocurre con software PHPP del estándar Passivhaus.

Con el cálculo de nuestra vivienda mediante estos programas (LDER, Cype), nos aseguraremos que ésta cumple con el CTE, con la HE-1 (demanda de ahorro energético) y mediante Calener la hemos calificado energéticamente consiguiendo una vivienda Passivhaus en Almería.

También hay que aportar que estos programas no son capaces de calcular protecciones mediante lamas orientables o plegables, estas lamas se han utilizado para proteger la vivienda objeto del sol, sin embargo los programas no las han reconocido. Pero si tendrán en cuenta sombras producidas por elementos exteriores o interiores al vidrio, como es la terraza exterior y la simulación de estas contraventanas como toldos horizontales.

Además mediante estos programas se considera un color medio, no permitiendo al proyectista evaluar la incidencia del color en el comportamiento energético de la vivienda.

Al igual que la casa pasiva el CTE contempla la ventilación en los edificios como un medio para mejorar la salubridad del aire que respiramos y así evitar condensaciones, controlando además las concentraciones de CO<sub>2</sub> y de humedad (CTE, 2009).



Para edificios residenciales, como será el caso de nuestro inmueble, el CTE establece un documento básico relacionado con la ventilación, el HS-3 sobre calidad del aire interior, exigiendo la disposición de un sistema general de ventilación para viviendas ya sea híbrida o mecánica y una serie de más exigencias expuestas anteriormente en apartados anteriores sobre ventilación mecánica (CTE-HS3, 2009). En España se da la oportunidad de elegir entre un sistema u otro de ventilación, sin embargo en la vivienda Passivhaus se ha de instalar un sistema de ventilación mecánico, no siendo efectivo el sistema híbrido.

El concepto Passivhaus propone como más eficiente el sistema de ventilación mecánica controlada de doble flujo por su mayor número de ventajas (Passive House Institute, 1996).

Como vemos ambos procedimientos proponen ventilación mecánica, sin embargo el CTE exige la mínima aceptable mientras que el concepto casa pasiva va un poco más allá.

Para calcular los caudales máximos aproximados de aire a través de conductos, el CTE permite velocidades de aire ligeramente mayores (4 m/s), que Passivhaus, pudiéndose llegar a duplicar en caso de pequeñas secciones. Ver tabla 43, caudales de ventilación Passivhaus (CTE, 2009 Passive House Institute, 1996).

Otro de los conflictos encontrados ha sido en los caudales de aire, para CT SE-3, el caudal mínimo viene representado en 0,8 renovaciones/h aproximadamente, mientras en el concepto pasivo se presenta en 0,3 renovaciones/h (CTE-HS3, 2009) y (Passive House Institute, 1996).

Un mayor caudal de aire llevará asociado una menor eficiencia energética y una mayor salubridad, mientras que un caudal menor producirá justamente lo contrario (IDAE y col., 2011).

Una manera de poder solventar esto, será mediante sistemas de control del caudal, basándose en la humedad y en la calidad del aire (IDAE y col., 2011).



### **3.19 Relación entre la Certificación de Eficiencia Energética de edificios y el Cumplimiento del CTE.**

El cumplimiento del código técnico de la edificación y la certificación energética son procedimientos diferentes.

Para un diseño y un confort interior óptimo de la vivienda objeto se ha de cumplido el concepto de casa pasiva, verificándose que se satisfacen los requisitos mínimos del CTE-HE1 mediante LIDER.

Por otro lado, el principal objetivo del RD 47/2007, por el que se aprueba el procedimiento Básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, consiste en establecer el procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación energética (RD 47/2007).

Mediante Calener se cumple con la certificación energética de edificios y se ha calificado el inmueble una vez calculado previamente en LIDER demostrando mediante los resultados obtenidos que el inmueble reúne las características necesarias para denominarse vivienda Passivhaus de consumo energético casi nulo, calificada con la letra B.

Son dos procedimientos complementarios, en primer lugar mediante LIDER verificamos que nuestra vivienda cumple con la HE-1 y seguidamente la calificamos mediante Calener (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y col., 2011).

LIDER se centra solamente en el cumplimiento de la HE-1, aportándonos como resultado un documento en el que se certifica que el inmueble cumple y nos facilita la demanda energética de la vivienda en comparación con un inmueble de referencia. Para calificar posteriormente el inmueble mediante Calener. Además de tener en cuenta el cumplimiento de la HE-1, también hemos debido de suponer un sistema de instalación de ACS, el sistema escogido ha sido mediante paneles solares apoyados por una caldera de biomasa, no realizándose el cálculo de este sistema por no ser objeto del presente proyecto.





## **4.CONCLUSIONES**

## **4. Conclusiones.**

La combinación de las medidas pasivas, los criterios del Código Técnico de la Edificación y de sistemas de instalación eficientes para la edificación, hacen posible cumplir los denominados "criterios obligatorios" impuestos desde Europa para el 2020, como se ha podido comprobar en este Trabajo Fin de Máster.

No existe hasta el momento documentación científica que establezca cómo adaptar el estándar Passivhaus a las condiciones climáticas almerienses, ni estudios sobre la facilidad o dificultad de su implementación en Almería. En el presente estudio se consiguieron aclarar algunos de estos aspectos, encontrando diferencias en cuanto a las recomendaciones que el estándar Passivhaus establece para un clima mediterráneo. Con este estudio se pretende orientar al arquitecto, o al ingeniero, en el proceso de diseño de una casa Passivhaus en Almería.

Se ha comprobado mediante los resultados la existencia de diferencias entre el estándar Passivhaus y las normativas constructivas de diseño y dimensionado vigentes para viviendas en España. En general, las recomendaciones del estándar Passivhaus son más restrictivas que las que establecen las normas establecidas por el estado español para la construcción de inmuebles. Siendo estas más permisivas, y dejando un margen mayor en cuanto a valores de transmitancias, factor solar, caudales de ventilación, diámetro de conductos, renovaciones de aire en sistemas de ventilación y el tratamiento de rotura para puentes térmicos. Esto hace que sea posible la implantación del estándar Passivhaus en Almería.

Se observó que es posible su construcción con los materiales que habitualmente se utiliza en esta región, siendo importante utilizarlos de modo que cumplan con los valores térmicos apropiados para la zona y su clima. Además, la construcción de un inmueble de estas características en Almería es sencilla, si lo relacionamos con la complejidad que conlleva en climas fríos. Las normativas españolas siendo más permisivas que las normas impuestas por el estándar, también así nos lo permiten. La complejidad posiblemente radica en los programas informáticos vigentes en España, ya que éstos quedan un poco obsoletos para el diseño de un inmueble de estas características, puesto que como se ha dicho en apartados anteriores, dejan factores y elementos que no pueden ser definidos de una manera correcta y clara.

Tanto en el CTE, como en Lider y Calener, las protecciones solares se definirán mediante valores de sombra estimados, no quedando éstas definidas de una manera clara y concisa, como ocurre en el software PHPP del estándar Passivhaus. Además, con la metodología empleada, el color claro u oscuro de los elementos constructivos empleados en la construcción de inmueble no ha podido ser valorado, porque ni la normativa española ni sus programas informáticos oficiales reconocen el color como un factor influyente para la eficiencia energética de la vivienda. El factor forma del inmueble tampoco es considerado por estos programas y, la definición de los puentes térmicos requiere de un esfuerzo mayor.

La Certificación de Eficiencia Energética de edificios y el cumplimiento del CTE en España son dos procedimientos distintos, mediante Lider se comprobará que el inmueble cumple con la norma HE-1-Limitación de la demanda energética, y con Calener se la calificará energéticamente. Mediante este método es posible que un



inmueble cumpla con la demanda energética (cumpliendo con ello la normativa española), y sin embargo no se cumplan los objetivos para el 2020, de manera que la vivienda, aun cumpliendo con la norma para ser una vivienda eficiente, podría ser calificada energéticamente con una letra inferior a la exigida. Esto resulta contradictorio, si se pretende construir a partir de ahora de una manera eficiente por norma, sería la normativa la que debería darnos las pautas para ello, sin contemplar la posibilidad de la construcción de inmuebles que no sean eficientes energéticamente.

En relación con los materiales utilizados en el diseño de la vivienda Passivhaus para las condiciones climáticas de Almería, se determinó que no son necesarios grandes espesores en cuanto a aislamientos se refiere y que, protegiendo los vidrios de una manera adecuada se pueden soportar factores solares ligeramente superiores a los expresados por el estándar. También, ha sido posible comprobar que las partes o elementos constructivos más influyentes en la eficiencia energética de una vivienda son las que forman parte de la envolvente exterior de la misma: la envolvente opaca, una carpintería de calidad, la hermeticidad, la compacidad, las renovaciones de aire para una buena ventilación y la rotura de los puentes térmicos.

Es importante considerar el espesor de los aislamientos, porque de su espesor dependerán en gran parte las transmitancias térmicas de los elementos constructivos. Los sistemas de protección solar, y el factor solar de los vidrios, son además, valores y elementos claves que deben de ser controlados en el proceso de diseño y dimensionado de un inmueble pasivo.

Que el inmueble sea más simple o más complejo, en cuanto a su forma, es otro factor a tener en cuenta, pero éste no conlleva obligatoriedad. De manera que, aunque sea más fácil obtener un inmueble eficiente energéticamente teniendo éste forma de cubo, también sería posible conseguirlo sin que lo sea, pero conllevaría a una mayor complejidad del proceso.

Passive House Institute recomienda para España un intervalo de valores para transmitancias, espesores de aislamiento, factor solar y flujos de aire algo más restrictivos que los que realmente se han comprobado mediante los cálculos, que son necesarios para la implantación de un inmueble Passivhaus en Almería. Se ha comprobado en este trabajo que aumentar la transmitancia térmica de los puentes térmicos en los cálculos conlleva a aumentar la demanda energética del inmueble, y con ello su calificación energética. Disminuyendo el número de renovaciones de aire por hora requerida produce el mismo efecto.

La reducción del consumo energético en la vivienda conlleva un cambio importante en la balanza energética de esta, lo que en un inmueble tradicional resulta impensable. El ahorro de una vivienda basada en el estándar y una convencional es claro y el periodo de retorno por la inversión requerida en España es de los más bajos, por lo que sería una propuesta muy beneficiosa.

No es posible diseñar una vivienda pasiva en Almería sin atender como protegerla de la radiación solar indeseada en verano. No puede evaluarse el efecto de un buen aislamiento y una buena estanqueidad sin partir del no sobrecalentamiento del inmueble en verano. Todos estos factores deben de evaluarse conjuntamente para poder realizar una vivienda de consumo energético casi nulo, como se lo ha realizado



en el presente proyecto. Asimismo, es importante atender a los aspectos de los puentes térmicos, el confort térmico y de ventilación y confort lumínico obtenidos. En este trabajo de Fin de Máster se ha conseguido diseñar un inmueble Passivhaus para Almería con un requerimiento de espesor en aislamiento menor que el que se requiere para el resto de España.

Con los procedimientos de aplicación y el uso de software aportados por el Ministerio Español se ha simplificado en gran medida el proceso de evaluación para la obtención de un inmueble de consumo energético casi nulo, así como su calificación final. Pero, también es cierto que con ellos es imposible definir el inmueble por completo, y de una manera precisa, principalmente porque el estándar Passivhaus aconseja cualidades para la vivienda difíciles de definir con los programas informáticos utilizados en España.

Como resultado final, se ha conseguido un inmueble de consumo energético casi nulo, es decir una vivienda Passivhaus, ubicada en el término municipal de Almería, localidad que posee un clima subdesértico. La vivienda ha sido calificada energéticamente mediante el programa informático oficial español, Calener Vyp, con la letra "B" ", es decir, que la eficiencia energética de la vivienda está entre el 55 y el 75%. Se ha demostrado que es energéticamente eficiente mediante el cumplimiento con el programa informático oficial español Lider y, se ha dimensionado y diseñado basándose en el estándar Passivhaus, y mediante el programa informático Cype, programa utilizado habitualmente en España para el diseño y dimensionado de cualquier vivienda. Además, se han cumplido los objetivos impuestos desde Europa en construcción para el año 2020.







## **5. AGRADECIMIENTOS**

## **5. Agradecimientos.**

Agradezco a mis profesores tutores Xavier Lastra Bravo y Alfredo Tolón Becerra por su dedicación, sus consejos, su tiempo y su amabilidad a la hora de guiarme en este proyecto, por su conocimiento científico y por su paciencia.





## **6. REFERENCIAS**

## 6. Referencias.

- A. Ben Larbi, 2005. Statical modelling of heat transfer for thermal bridges of buildings. *Energy and Buildings* 37, 945 – 951.
- Agencia Andaluza de la Energía: <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es>. (Accesible 10-mayo-2013).
- Agencia estatal de meteorología, 2005.
- Agencia estatal de Meteorología, 2011. Atlas de Radiación solar en España.
- Alfonso García G., 2008. Tesina de investigación “Modelado de puentes térmicos en la simulación térmica de edificios”. ETSII, UMA.
- Alonso Peñas. Caso de estudio: readaptación energética aplicada a un edificio de tecnología mixta en la provincia de Almería. Universidad de Almería, pp. 3-18.
- Amigo, J.R. 2006. Ahorro energético en viviendas de países con climas tropicales. Universidad, Ciencia y Tecnología. Volúmen 10, Número 40, 245-253.
- Asociación de Agencias españolas de la Energía: <http://www.eneragen.org>. (Accesible 24-abril-2013).
- Athina G. Gaglia, Constantinos A. Balaras, Sevastianos Mirasgedis, Elena Georgopoulou, Yiannis Sarafidis y Dimitris P. Lalas. 2007. Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings. *Energy conversion and Management* 48, 1160 – 1175.
- Bin Su, 2011. The impact of passive design factors on house energy efficiency. *Architectural Science Review*, 54:4, 270-276, DOI: 10.1080/00038628.2011.613638.
- Código Técnico de la Edificación, CTE. España, 2009: <http://www.coditecnico.org>. (Accesible 10-mayo-2013).
- Cohen S, Goldman C, Harris J, 1991. Energy savings and economics of retrofitting single-family buildings. *Energy & Buildings* 17.
- Comisión Nacional de la Energía: <http://www.cne.es>. (Accesible 24-abril-2013).
- Daniel Bohigues Vallet, 2011. Vivienda tradicional vs vivienda sostenible. Universidad Politécnica de Valencia, pp 3-27.
- Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor. *Konstruktionshandbuch für Passivhäuser* (Aktenzeichen: B 15-80 01 98-15).
- Directa 2002/91/CE de eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2002-91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, 16 de diciembre de 2002.
- Directiva 2006-32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativos la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos, 5 de abril de 2006.
- Directiva 2009-28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Directiva 2010-31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, 19 de mayo de 2010.
- Directiva 2012-27/UE EF del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, de 25 de Octubre de 2012.
- Documento Básico HS. Salubridad. España, 2009.
- EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural. España, 2008.
- Elisa María Cisneros Calero, 2011. Edificación Passivhaus. Universidad Politécnica de Cataluña, pp 32-90.



- F-Al Ragom, 2003. Retrofitting residential buildings in hot and arid climates. *Energy Conversion and Management* 44: 2309 – 2319.
- Fanger, P.O. 1970. *Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering*. In. USA: New York, 1970.
- Feist, W. 1992. *Bauvorbereitendes Forschungsprojekt Passive Häuser*. In. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.
- Feist, W. 2004 *First Steps: What Can be a Passive House in Your Region with Your Climate?* 2004.
- Feist, W. 2005. *Heizlast in Passivhäusern – Validierung durch Messungen*. In. Darmstadt: Passivhaus Institut, 2005.
- Feist, W. 2005. *Passivhaus Definition*. 2005, vol. actualizado: 16.09.2005, [cited 11.06.2010]. Available from Internet: <[http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus\\_D/Passivhaus\\_Definition.html](http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Passivhaus_Definition.html)>. (Accesible 21-Junio-2013).
- Feist, W. 2006. *Geschichte Passivhaus*. 2006, vol. 19.04.2010, no. 10:20:02. Available from Internet: <[http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus\\_D/Geschichte\\_Passivhaus.html](http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Geschichte_Passivhaus.html)>. (Accesible 21-Junio-2013).
- Feist, W. 2006. *Wirtschaftlichkeit Passivhaus*. 2006, [cited 28.08 2009]. Available from Internet: <[http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus\\_D/Wirtschaftlichkeit\\_Passivhaus.html](http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Wirtschaftlichkeit_Passivhaus.html)>. (Accesible 21-Junio-2013).
- Feist, W. 2010. *14-Internationale Passivhaus Tagung Zusammenfassende Folien*. 2010.
- Feist, W. 2012. *16 Internationale Passivhaustagung*. In PASSIVHAUS INSTITUT DARMSTADT. Hannover, 2012.
- Fioretti R., Palla A., Lanza LG, Principi P. 2010. *Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate*. *Building and Environment*.
- Gram-Hanssen K y col., 2007. *Do home owners use energy labels? A comparison between Denmark and Belgium*. *Energy Policy* 35: 2879–88.
- Gravent Group, 2013. *Catálogo general protección solar exterior*. España.
- IDEA y col., 2011. *Guía Passivhaus*. España.
- IDAE y col., 2011. *Guía práctica de la Energía*.
- Instituto para la diversificación del Ahorro y la energía: <http://www.idae.es>. (Accesible 23-abril-2013).
- Irene Marín y col., 2012. *Confort Térmico Adaptativo dependiente de la temperatura y de la humedad*. España.
- Isover-Saint: <http://www.isover.net/> (accesible 11-Junio-2013).
- J., SOTO y col., 2011. *Guía del estándar. Passivhaus: Edificios de consumo energético casi nulo*. Fundación de la energía de la comunidad de Madrid. Madrid.
- Ley 38/1999, *Ley de Ordenación de la edificación*, LOE. España, 1999.
- Lorena Ruzafa Otón. *PFC: Energías Solar en la Edificación, la Energía Solar Térmica y la Fotovoltaica*. Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Civil de Arquitectura Técnica. Cartagena, 2009.
- María Fernanda Pita López. *Capítulo cuarto: El clima en Andalucía*. *Geografía de Andalucía*, Barcelona, Ariel, pp.137-174.
- Master Metal, 2012. *Características técnicas de persianas*. España.
- *Materiales y técnicas ambientales sostenibles para arquitectura, edificación y construcción*: <http://www.construction.tyvek.com> (accesible 08-Junio-2013).
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio: <http://www.minetur.gob.es>. (Accesible 10-mayo-2013).



- M. Santamouris, E. Dascalaki, 2002. Passive retrofitting of office buildings to improve their energy performance and indoor environment: The Office Project. *Building and Environment* 37, 575 – 578.
- Nair G, Gustavsson L, Mahapatra K. 2010. Owners perception on the adoption of building envelope energy efficiency measures in Swedish detached houses. *Applied Energy* 87:2411–9.
- Nilson E., Aronsson S., Jagemar L. 1994. Energy efficient retrofitting for offices buildings. *Energy and Building* 21, 175 – 185.
- Nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), RD1027/2007.
- Passivhaus Institut, 1996. Dämmen oder speichern. [http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus\\_D/Daemmen\\_](http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Daemmen_) (accesible 20-abril-2013).
- Passivhaus Institut: <http://www.passiv.de/> (accesible 01-Mayo-2003).
- Passivhaus Institut 2009. Dämmen oder speichern? 2009, no. 21.08.2009 15:51. Available from Internet:<[http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus\\_D/Daemmen\\_oder\\_Speich...](http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Daemmen_oder_Speich...)>. (Accesible 10-Mayo-2013).
- Passive-On, 2005. El estándar Passivhaus en climas cálidos. España. <http://www.passive-on.org/> (accesible 01-Junio-2.13)
- Proyecto europeo de construcción Passivhaus accesible: <http://www.cepheus.de/eng/index.html> (accesible 10-Mayo-2013).
- P.Depecker, C. Menezos, J. Virgone, S. Lepers. May – 2000. Design of buildings shape and energetic consumption. *Building and Environment* 36, 627 – 635.
- Plan de Acción 2005-2007, España 2005.
- Plataforma Tecnológica Española de la Energía: <http://www.ptee.org/index.php>. (Accesible 23-abril-2013).
- Protocolo de Kyoto, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> (accesible 10-Mayo-2013).
- Real Decreto 314/2006, que aprueba el CTE. España, 2006.
- RD1826/2009, del 27 de Noviembre, 2009.
- RD 238/2013, del 5 de abril, 2013.
- Reglamento 1027/2007.
- Sabina Asensio Cuesta y col., 2009. Una buena envolvente de la vivienda asegura un confort climático en el interior de ésta. Valencia.
- Sodeca, 2013. Sistemas de ventilación para viviendas. España.
- Soto, Jesús, 2010. Técnicas de recuperación de Energía y de Bioclimatización. 2ª Conferencia en Española Passivhaus: <http://www.plataformpep.org/>.(accesible 10-Mayo-2013).
- T.G. Theodosiou, A.M. Papadopoulos, 2008.The impact of the thermal bridges on the energy demand on buildings with double brick wall constructions. *Energy and Buildings* 40, 2083 – 2089.
- Tobias Hatt, 2011. El estándar "Passivhaus" en el centro de Chile. Universidad de Bio Bio, Concepción.
- Tutorial de LIDER Josep Solé Bonet, [http://www.ursa.es/1697\\_1970.htm](http://www.ursa.es/1697_1970.htm) (accesible 02-Septiembre-2013).
- Veka, 2012. Carpintería exterior. España.
- Y. Gao, J.J. Roux, L.H. Zhao, Y. Jiang, 2008. Dynamical building simulation: An low order model for thermal bridges losses. *Energy and Buildings* 40, 2236 – 2243.









## CONCEPTOS

## Conceptos aclaratorios.

- **Conductividad Térmica:**

La conductividad térmica es la cantidad de calor que se transmite a través de la unidad de espesor de un material, cuando la diferencia de temperatura entre ambas caras es de 1°C. Por tanto, es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor.

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

Las unidades en las que se suele expresar la conductividad térmica son: W/mK.

Cuanto menor es el valor de Conductividad Térmica mejor aislante térmico es el material.

- **Demanda energética:**

Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondientes a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

- **Emisividad:**

Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

- **Factor solar:**

Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Cuanto más bajo es el valor del factor solar en un vidrio, mayor será su protección frente al sol.

- **Grados-día:**

Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.



- **Permeabilidad al aire:**

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 m<sup>3</sup>/h, en función de la diferencia de presiones.

Cuanto mayor sea el valor de la permeabilidad, mayor será el aire que entre y salga de la vivienda, las calidades de la puerta o ventana serán de menor calidad.

- **Puente térmico:**

Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

- **Reflectancias:**

Cociente entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente en las condiciones dadas. Se expresa en tanto por ciento o en tanto por uno.

- **Resistencia térmica (R):**

Representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor. En el caso de materiales homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material:  $R = e / \lambda$

donde "e", es el espesor del material expresado en metros y " $\lambda$ ", es la conductividad térmica expresada en W/mK.

- Para un mismo valor de conductividad térmica, a mayor espesor mayor valor de Resistencia Térmica.

- Para un mismo espesor, a menor conductividad térmica mayor valor de Resistencia Térmica.

Cuanto mayor es el valor de Resistencia Térmica mejor aislante térmico es el material.

Las unidades en las que se suele expresar la resistencia térmica son: m<sup>2</sup>K / W.

La Resistencia Térmica total de una estructura será la suma de las resistencias externas (1/he, 1/hi) y las resistencias internas (R1, R2, R3,...):

$R_t = 1/h_e + 1/h_i + R_1 + R_2 + R_3 + \dots$  (los valores he, hi son valores constantes y tabulados)



- **Transmitancia térmica (U):**

Es la cantidad de energía que atraviesa, en la unidad de tiempo, una unidad de superficie de un elemento constructivo cuando entre dichas caras hay una diferencia de temperatura de 1 grado entre el interior y el exterior.

Es el inverso a la Resistencia Térmica:  $U = 1 / R_t$ .

Las unidades en las que se suele expresar la transmitancia térmica son:  $W/m^2K$

Cuanto menor es el valor de la Transmitancia Térmica mejor aislada está la estructura.

- **Coefficiente de reducción de temperatura (b):**

Utilizado para evaluar el peligro de moho, un valor cercano a cero equivale a pésimo aislamiento y a un alto riesgo de condensaciones, y lo contrario si es cercano a 1.

- **Renovaciones de aire por:**

A menor número de renovaciones hora requerido más eficiente será el inmueble. Estableciéndose el mínimo para edificios residenciales por el CTE en 0,8 ren/h.

(CTE-HE, 2009; Conclusiones propias obtenidas de los resultados del cálculo del inmueble objeto).





## **LISTADO DE FIGURAS**

## Listado de figuras

Figura 1. Factores de la Arquitectura Sostenible .....	7
Figura 2. Primeras vivienda pasivas, Darmstadt, Alemania .....	17
Figura 3. Ejemplo de vivienda Passivhaus en Alemania .....	22
Figura 4. Principios básicos que se aplican a las casas asivas .....	26
Figura 5. Visualización del software PHPP 2007 para el cálculo y dimensionado de la vivienda .....	31
Figura 6. Ejemplo cálculo valor U en programa PHPP .....	32
Figura 7. Ejemplo de cálculo en el PHPP .....	32
Figura 8. Cálculo reducción de factor solar en acristalamientos .....	33
Figura 9. Ejemplo de cálculo en PHPP .....	33
Figura 10: Cálculo de demandas anual de calefacción – PHPP .....	34
Figura 11. Verificación cumplimiento de parámetros de eficiencia energética .....	35
Figura 12. Ejemplo del cálculo de balance energético con PHPP .....	36
Figura 13. Tipos de climas .....	43
Figura 14. Grados de invierno – días .....	45
Figura 15. Grados de verano días .....	45
Figura 16. Radiación en invierno .....	46
Figura 17. Radiación en verano .....	46
Figura 18. Índice de Severidad climática en invierno (WCS) .....	47
Figura 19. Índice de Severidad climática en verano (SCS) .....	47
Figura 20. Mapa indicativo del Hemisferio norte, sur y del Ecuador .....	49
Figura 21. Mapa indicativo de los tipos de clima en España .....	50
Figura 22. Mapa indicativo de la insolación anual en las distintas regiones españolas .....	50
Figura 23. Mapa indicativo de la radiación solar global anual en las distintas regiones españolas .....	51



Figura 24. Precipitaciones y temperaturas mensuales de Almería .....	52
Figura 25. Irradianción directa, difusa, global de Almería .....	54
Figura 26. Mapa de situación de Almería, donde se ubicará el inmueble objeto .....	55
Figura 27. Introducción de la ubicación del inmueble en Cype .....	56
Figura 28. Definición del tipo de edificio en Cype .....	57
Figura 29. Definición de las unidades de uso del inmueble objeto en Cype .....	57
Figura 30. Definición de las plantas que forman el inmueble objeto en Cype .....	57
Figura 31. Introducción de plantillas elaboradas con Autocad del inmueble objeto en Cype .....	58
Figura 32. Alzados Norte y Sur del inmueble objeto de proyecto .....	63
Figura 33. Alzados Norte y Sur del inmueble objeto de proyecto .....	64
Figura 34. Sección longitudinal A-A' del inmueble .....	65
Figura 35. Plano de distribución de la planta baja del inmueble objeto .....	66
Figura 36. Plano de distribución de la planta alta del inmueble objeto .....	67
Figura 37. Plano de distribución de la planta de cubierta del inmueble objeto .....	68
Figura 38. Plano de distribución de la planta de baja del inmueble con su parcela .....	68
Figura 39. Plano acotado de la planta baja del inmueble objeto .....	69
Figura 40. Plano acotado de la planta alta del inmueble objeto .....	69
Figura 41. Plano acotado de la planta de cubierta del inmueble objeto... ..	70
Figuras 42. Trayectoria del sol según la época del año .....	72
Figuras 43. Orientación solar .....	72
Figura 44. Consideraciones de ubicación en una vivienda pasiva .....	73
Figura 45. Plano en planta y orientación del inmueble objeto .....	74
Figura 46. Relación Factor de forma .....	76
Figura 47. 10% y 20% mayor área de superficie .....	76
Figura 48. 10% y 20% mayor área de superficie .....	76
Figura 49. Formas .....	76





Figura 50. Forma de la envolvente útil del inmueble objeto .....	77
Figura 51. Comparación de espesores necesarios de materiales .....	79
Figura 52. Fachada del inmueble .....	82
Figura 53. Fachada del inmueble .....	83
Figura 54. Forjado inclinado de cubierta del inmueble .....	85
Figura 55. Forjado horizontal de cubierta del inmueble .....	86
Figura 56. Losa de cimentación del inmueble... ..	88
Figura 57. Forjado de terraza transitable del inmueble .....	90
Figura 58. Partición interior del inmueble .....	91
Figura 59. Partición interior del inmueble .....	92
Figura 60. Partición interior del inmueble .....	93
Figura 61. Partición interior del inmueble .....	95
Figura 62. Puentes térmicos .....	96
Figura 63. Señalización de puentes térmicos .....	100
Figura 64. Visualización gráfica de puentes térmicos .....	100
Figura 65. Solución de los puentes térmico .....	101
Figura 66. Información sobre el producto CEPHEUS .....	102
Figura 67. Rotura de puentes térmicos planos .....	106
Figura 68. Detalle de ventana pasiva .....	109
Figura 69. Representación y dimensiones de la puerta de entrada del inmueble... ..	112
Figuras 70. Carpintería exterior situada en la cocina del inmueble .....	114
Figuras 71. Carpintería exterior de PVC situada en baños y aseo del inmueble .....	115
Figuras 72. Carpintería exterior situada en distribuidor de planta alta junto a la escalera .....	116
Figuras 73. Carpintería exterior situada en el salón-comedor .....	117
Figuras 74. Carpintería exterior situada en el salón-comedor, dormitorios y despacho .....	118
Figuras 75. Carpintería exterior situada en el lavadero .....	119



Figura 76. Perfil de la carpintería de PVC del inmueble...	120
Figura 77. Carpintería de aluminio con rotura de puente térmico para cocina y lavadero	120
Figura 78. Carpintería interior en dormitorios y despacho	121
Figura 79. Carpintería interior en aseo, baño 1 y baño 2	122
Figura 80. Carpintería interior en cocina	123
Figura 81. Carpintería interior en salón-comedor	124
Figuras 82. Carpintería interior que da paso de cocina a lavadero	125
Figuras 83. Carpintería exterior e interior del inmueble, barandilla para escalera y terraza	126
Figuras 84. Planos de Carpintería exterior e interior del inmueble	127
Figura 85. Sistemas de persianas venecianas con transporte de luz natural, exterior o interior	128
Figura 86. Sistema comercial de tubo de luz para la iluminación de espacios interiores	130
Figura 87. Iluminación en verano	130
Figura 88. Iluminación en invierno	130
Figura 89. Filtraciones de aire del interior al exterior de un techo	132
Figura 90. Colocación adecuada de cables y/ tuberías en una pared	132
Figuras 91. Capas herméticas estancas y juntas	134
Figuras 91. Capas herméticas estancas y juntas	134
Figura 93. Sistemas de protección solar exterior en huecos de fachada	137
Figura 94. Apertura visual perpendicular, ángulo límite de entrada de la luz solar y paso de lama en los sistemas de protección solar	138
Figura 95. Imagen y cualidades de las persianas enrollables interiores instaladas...	138
Figura 96. Imagen de persiana enrollable de Aluminio para exterior y ventana abatible de PVC	140
Figura 97. Imágenes de la vivienda viendo la terraza exterior	140
Figura 98. Persianas exteriores en fachada norte y sur, y sistemas de protección solar con lamas horizontales en fachada sur.	141



Figura 99. Persianas exteriores y sistemas de protección solar con lamas verticales en fachada oeste .....	142
Figura 100. Eficiencia en la ventilación Passivhaus .....	145
Figura 101. Equipo de extracción e impulsión para el inmueble... ..	152
Figura 102. Construcción para Equipo de extracción e impulsión para el inmueble... ..	153
Figura 103. Accesorios para Equipo de extracción e impulsión para el inmueble .....	154
Figura 104. Características técnicas del Equipo de extracción e impulsión para el inmueble .....	154
Figura 105. Curva de características del Equipo de extracción .....	155
Figura 106. Extractores de baño a instalar .....	155
Figura 107. Dimensiones del extractor para baños y aseo .....	155
Figura 108. Accesorios para el extractor de baños y aseo .....	157
Figura 109. Planos de Instalación de Ventilación mecánica en planta baja del inmueble .....	158
Figura 110. Planos de Instalación de Ventilación mecánica en planta alta del inmueble... ..	159
Figura 111. Aparatos de energía primaria... ..	161
Figura 112. Definición de la losa de cimentación en Cype .....	162
Figura 113. Definición de los forjados interiores en Cype .....	162
Figura 114. Definición de la cubierta en Cype .....	163
Figura 115. Definición de la terraza exterior en Cype .....	163
Figura 116. Definición de la fachada en Cype .....	164
Figura 117. Definición de las particiones interiores en Cype .....	164
Figura 118. Definición de la carpintería en Cype .....	165
Figura 119. Definición de los recintos en Cype .....	165
Figura 120. Definición del revestimiento de cada recinto en Cype .....	166
Figura 121. Planta baja del inmueble totalmente definida en Cype .....	166



Figura 122. Planta alta del inmueble totalmente definida en Cype .....	167
Figura 123. Forjado horizontal de cubierta del inmueble totalmente definida en Cype... ..	167
Figura 124. Forjado horizontal de cubierta del inmueble totalmente definida en Cype .....	168
Figura 125. Inmueble visto en 3D en Cype .....	168
Figura 126. Inmueble visto en planta en Lider... ..	169
Figura 127. Inmueble visto en 3D en Lider .....	169
Figura 128. Inmueble visto en planta en Calener Vyp .....	170
Figura 129. Inmueble visto en 3D en Calener Vyp... ..	170
Figura 130. Resultados del cálculo en Lider .....	205
Figura 131. Resultados del cálculo en Lider .....	206
Figura 132. Resultados del cálculo en Calener Vyp... ..	218
Figura 133. Resultados del cálculo en Calener Vyp .....	218





## **LISTADO DE TABLAS**

## Listado de tablas.

Tabla 1. Cronología Passivhaus.....	18
Tabla 2. Pérdidas de energía en los elementos constructivos. ....	21
Tabla 3. Requisitos para la Certificación Passivhaus .....	41
Tabla 4. Índices de severidad climática en localidades europeas .....	48
Tabla 5. Régimen anual de la humedad relativa de las distintas regiones españolas.....	51
Tabla 6. Número medio de horas de sol e insolación relativa de las distintas regiones españolas.....	51
Tabla 7. CTE-HE1. Tabla D1 – Zonas Climáticas.....	52
Tabla 8. Datos estacionales de la provincia de Almería. ....	53
Tabla 9. Valores climatológicos normales. Almería aeropuerto.....	54
Tabla 10. Clases generales de exposición de las armaduras Tabla. 8.2.2. EHE-08.....	59
Tabla 11. Cuadro de superficies de la planta.....	66
Tabla 12. Cuadro de superficies de la planta alta .....	67
Tabla 13. Plano acotado de la planta de cubierta del inmueble objeto. ....	69
Tabla 14. Distintas formas de casas aisladas con sus factores forma .....	75
Tabla 15. Comparación de espesores necesarios de materiales. ....	78
Tabla 16. Estudio de temperatura en una pared de vivienda pasiva.....	80
Tabla 17. Factor de la temperatura interior mínimo $F_{rs\ min}$ , conforme CTE .....	97
Tabla 18. Tabla 2 CTE, el calor sombreado significa que no hay riesgo de condensación superficial para las distintas combinaciones de climas y resistencia térmica del aislamiento en los cerramientos. ....	98
Tabla 19. Coeficiente lineal de pérdidas de referencia de puentes térmicos (W/mk) dependiendo del clima.....	99



Tabla 20. Tabla de materiales, detalles constructivos típicos y conductividad térmica. ....	101
Tabla 21. Representación y valores de los puentes térmicos del inmueble. ....	104
Tabla 22. Ejemplos de coeficientes U para ventanas de diferentes características....	108
Tabla 23. Soluciones de acristalamiento y valor aproximado de U. ....	109
Tabla 24. Resistencia térmica equivalente de un hueco de aire en función de su espesor. ....	110
Tabla 25. Resistencia térmica en función del espesor. ....	110
Tabla 26. Masa molecular y conductividad térmica de diversos gases. ....	110
Tabla 27. Características y valores de la ventana situada en la cocina del inmueble .....	114
Tabla 28. Características y valores de las ventanas situadas en baños y aseo del inmueble. ....	115
Tabla 29. Características y valores de la ventana situada en el distribuidor de planta alta del inmueble.....	116
Tabla 30. Características y valores de las ventanas situadas en el salón-comedor del inmueble.. ....	117
Tabla 31. Características y valores de la ventana situada en el salón-comedor del Inmueble (fachada oeste). ....	118
Tabla 32. Características y valores de la ventana situada en el distribuidor de planta alta del inmueble.....	119
Tabla 33. Transmitancia y conductibilidad de distintos materiales para carpintería exterior .....	121
Tabla 34. Transmitancia y conductibilidad de distintos materiales para carpintería exterior .....	121



Tabla 35. Características y valores de la ventana situada en el paso entre cocina y lavadero del inmueble.....	126
Tabla 36. Tabla de materiales de construcción y su permeabilidad al aire. ....	133
Tabla 37. Estanqueidad al agua de los sistemas de protección solar en la vivienda.....	138
Tabla 38. Imagen y cualidades de las persianas enrollables interiores instaladas .....	138
Tabla 39. Datos técnicos de las persianas enrollables interiores instaladas. ....	139
Tabla 40. Clases de resistencia al viento en persianas enrollables interiores. ....	139
Tabla 41. Caudales de ventilación mínimos exigidos.....	143
Tabla 42. Ejemplo de cálculo de caudales de aire. Primera aproximación.....	144
Tabla 43. Ejemplo de cálculo de caudales de aire. Corrección .....	144
Tabla 44. Caudales de ventilación Passivhaus. CTE.....	145
Tabla 45. Tabla 1.1 del CTE-DB HS según el uso de las dependencias del edificio ...	147
Tabla 46. Caudal de aire a extraer. ....	149
Tabla 47. Pérdidas en el tramo más desfavorable. ....	150
Tabla 48. Diámetro del conducto vertical de campana de extracción. ....	151
Tabla 49. Sistema de ventilación natural complementaria. ....	151
Tabla 45. Características técnicas del Equipo de extracción e impulsión para el inmueble. ....	154
Tabla 51. Características técnicas del Equipo de extracción. ....	155
Tabla 52. Características técnicas del extractor para baños y aseo. ....	157
Tabla 53. Costes promedios construcción estándar / Passivhaus. ....	219
Tabla 54. Tabla resumen - costes inversión y recuperación de capital.....	220





## Listado de tablas.

Tabla 1. Cronología Passivhaus.....	18
Tabla 2. Pérdidas de energía en los elementos constructivos. ....	21
Tabla 3. Requisitos para la Certificación Passivhaus .....	41
Tabla 4. Índices de severidad climática en localidades europeas .....	48
Tabla 5. Régimen anual de la humedad relativa de las distintas regiones españolas.....	51
Tabla 6. Número medio de horas de sol e insolación relativa de las distintas regiones españolas.....	51
Tabla 7. CTE-HE1. Tabla D1 – Zonas Climáticas.....	52
Tabla 8. Datos estacionales de la provincia de Almería. ....	53
Tabla 9. Valores climatológicos normales. Almería aeropuerto.....	54
Tabla 10. Clases generales de exposición de las armaduras Tabla. 8.2.2. EHE-08.....	59
Tabla 11. Cuadro de superficies de la planta.....	66
Tabla 12. Cuadro de superficies de la planta alta .....	67
Tabla 13. Plano acotado de la planta de cubierta del inmueble objeto. ....	69
Tabla 14. Distintas formas de casas aisladas con sus factores forma .....	75
Tabla 15. Comparación de espesores necesarios de materiales. ....	78
Tabla 16. Estudio de temperatura en una pared de vivienda pasiva.....	80
Tabla 17. Factor de la temperatura interior mínimo $F_{rs\ min}$ , conforme CTE .....	97
Tabla 18. Tabla 2 CTE, el calor sombreado significa que no hay riesgo de condensación superficial para las distintas combinaciones de climas y resistencia térmica del aislamiento en los cerramientos. ....	98
Tabla 19. Coeficiente lineal de pérdidas de referencia de puentes térmicos (W/mk) dependiendo del clima.....	99



Tabla 20. Tabla de materiales, detalles constructivos típicos y conductividad térmica. ....	101
Tabla 21. Representación y valores de los puentes térmicos del inmueble. ....	104
Tabla 22. Ejemplos de coeficientes U para ventanas de diferentes características....	108
Tabla 23. Soluciones de acristalamiento y valor aproximado de U. ....	109
Tabla 24. Resistencia térmica equivalente de un hueco de aire en función de su espesor. ....	110
Tabla 25. Resistencia térmica en función del espesor. ....	110
Tabla 26. Masa molecular y conductividad térmica de diversos gases. ....	110
Tabla 27. Características y valores de la ventana situada en la cocina del inmueble .....	114
Tabla 28. Características y valores de las ventanas situadas en baños y aseo del inmueble. ....	115
Tabla 29. Características y valores de la ventana situada en el distribuidor de planta alta del inmueble.....	116
Tabla 30. Características y valores de las ventanas situadas en el salón-comedor del inmueble. ....	117
Tabla 31. Características y valores de la ventana situada en el salón-comedor del Inmueble (fachada oeste). ....	118
Tabla 32. Características y valores de la ventana situada en el distribuidor de planta alta del inmueble.....	119
Tabla 33. Transmitancia y conductibilidad de distintos materiales para carpintería exterior .....	121
Tabla 34. Transmitancia y conductibilidad de distintos materiales para carpintería exterior .....	121



Tabla 35. Características y valores de la ventana situada en el paso entre cocina y lavadero del inmueble.....	126
Tabla 36. Tabla de materiales de construcción y su permeabilidad al aire. ....	133
Tabla 37. Estanqueidad al agua de los sistemas de protección solar en la vivienda.....	138
Tabla 38. Imagen y cualidades de las persianas enrollables interiores instaladas .....	138
Tabla 39. Datos técnicos de las persianas enrollables interiores instaladas. ....	139
Tabla 40. Clases de resistencia al viento en persianas enrollables interiores. ....	139
Tabla 41. Caudales de ventilación mínimos exigidos.....	143
Tabla 42. Ejemplo de cálculo de caudales de aire. Primera aproximación.....	144
Tabla 43. Ejemplo de cálculo de caudales de aire. Corrección .....	144
Tabla 44. Caudales de ventilación Passivhaus. CTE.....	145
Tabla 45. Tabla 1.1 del CTE-DB HS según el uso de las dependencias del edificio ...	147
Tabla 46. Caudal de aire a extraer. ....	149
Tabla 47. Pérdidas en el tramo más desfavorable. ....	150
Tabla 48. Diámetro del conducto vertical de campana de extracción. ....	151
Tabla 49. Sistema de ventilación natural complementaria. ....	151
Tabla 45. Características técnicas del Equipo de extracción e impulsión para el inmueble. ....	154
Tabla 51. Características técnicas del Equipo de extracción. ....	155
Tabla 52. Características técnicas del extractor para baños y aseo. ....	157
Tabla 53. Costes promedios construcción estándar / Passivhaus. ....	219
Tabla 54. Tabla resumen - costes inversión y recuperación de capital.....	220





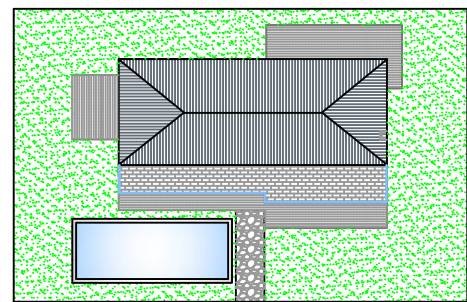
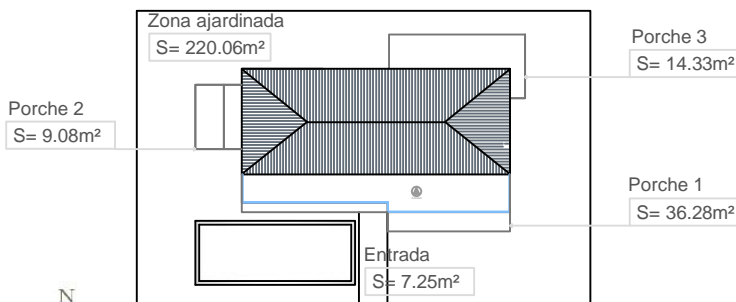
## **ANEXOS**



PLANO DE SITUACIÓN

Escala 1:10.000

CUADRO DE SUPERFICIES	
TOTALES	
SUPERFICIE TOTAL SOLAR	S= 372.00 m <sup>2</sup>



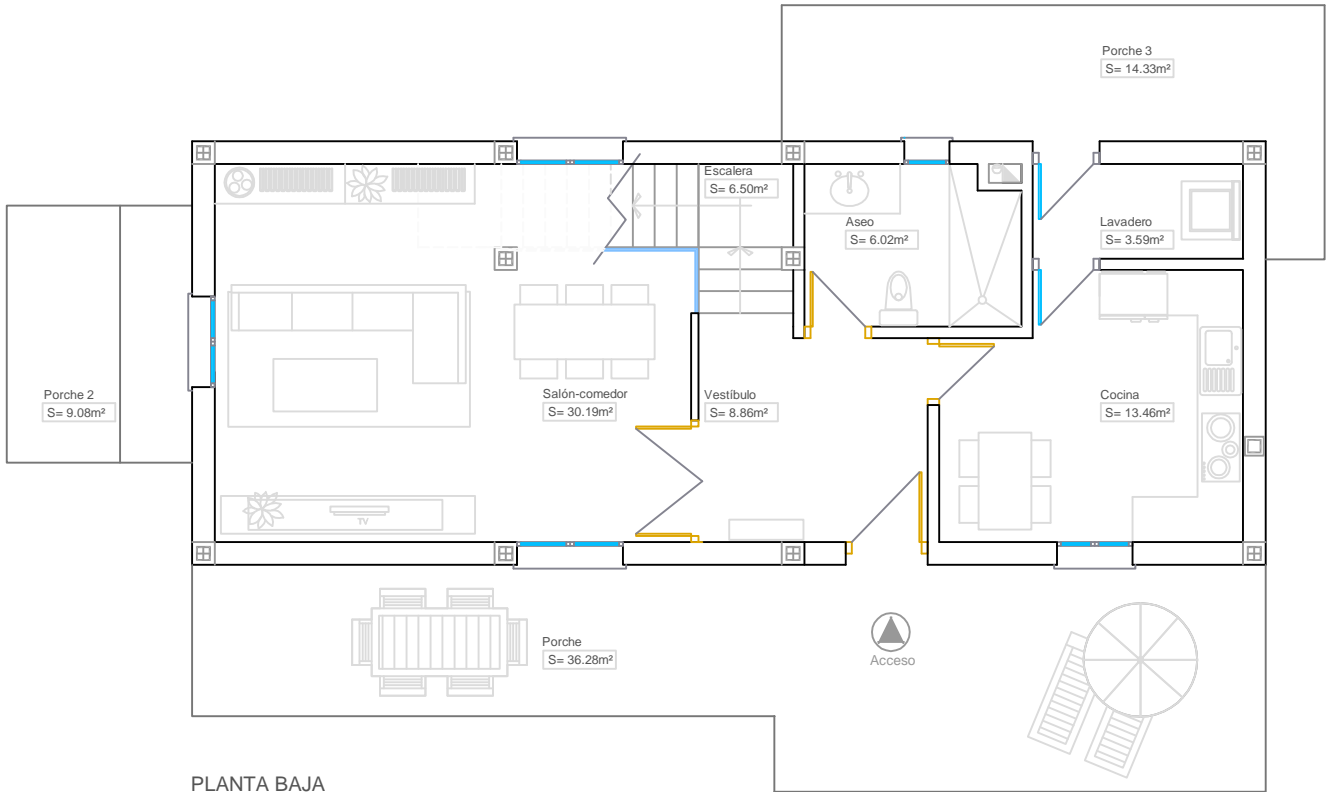
VIVIENDA EN PLANTA

Escala: 1:400

VIVIENDA EN PLANTA

Escala: 1:400

<p>UNIVERSIDAD DE ALMERÍA</p> <p>Máster Oficial Interuniversitario Representación y Diseño en Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b></p>	<p>NÚMERO DE PLANO: <b>P-01</b></p>
	<p>PLANO: <b>PLANO DE SITUACIÓN</b></p> <p>ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b></p>	<p>SITUACIÓN: <b>Almería</b></p>
<p>FECHA: <b>Septiembre, 2003</b></p>	<p>TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo</b> <b>Alfonso Tolón Becerra</b></p>	<p>ESCALAS: <b>1:400</b> <b>1:10.000</b></p>



PLANTA BAJA

CUADRO DE SUPERFICIES, TOTAL		
	UTILES	CONSTRUIDAS
PLANTA BAJA		
VESTÍBULO	S= 8.86m <sup>2</sup>	
SALÓN-COMEDOR	S= 30.19m <sup>2</sup>	
COCINA	S= 13.46m <sup>2</sup>	
LAVADERO	S= 3.59m <sup>2</sup>	
ESCALERA	S= 6.50m <sup>2</sup>	
ASEO	S= 6.02m <sup>2</sup>	
PORCHE 1	S= 36.28m <sup>2</sup>	
PORCHE 2	S= 9.08m <sup>2</sup>	
PORCHE 3	S= 14.33m <sup>2</sup>	
ENTRADA	S= 7.25m <sup>2</sup>	
Z. AJARDINADA	S= 228.06m <sup>2</sup>	
TOTAL PLANTA BAJA	S= 68.62m <sup>2</sup>	S= 79.52m <sup>2</sup>
PLANTA ALTA		
DISTRIBUIDOR	S= 8.46m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 1	S= 11.10m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 2	S= 13.72m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 3	S= 9.47m <sup>2</sup>	
DESPACHO	S= 6.86m <sup>2</sup>	
BAÑO 1	S= 4.92m <sup>2</sup>	
BAÑO 2	S= 4.88m <sup>2</sup>	
TERRAZA	S= 25.67m <sup>2</sup>	
TOTAL PLANTA ALTA	S= 59.41m <sup>2</sup>	S= 79.52m <sup>2</sup>
TOTAL VIVIENDA	S= 126.84m <sup>2</sup>	S= 158.84m <sup>2</sup>

CUADRO DE SUPERFICIES, PLANTA BAJA		
	UTILES	CONSTRUIDAS
PLANTA BAJA		
VESTÍBULO	S= 8.86m <sup>2</sup>	
SALÓN-COMEDOR	S= 30.19m <sup>2</sup>	
COCINA	S= 13.46m <sup>2</sup>	
LAVADERO	S= 3.59m <sup>2</sup>	
ESCALERA	S= 6.50m <sup>2</sup>	
ASEO	S= 6.02m <sup>2</sup>	
PORCHE 1	S= 36.28m <sup>2</sup>	
PORCHE 2	S= 9.08m <sup>2</sup>	
PORCHE 3	S= 14.33m <sup>2</sup>	
TOTAL PLANTA BAJA	S= 68.62m <sup>2</sup>	S= 79.52m <sup>2</sup>



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



PROYECTO:

DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA

NÚMERO DE PLANO:

P-02

PLANO:

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA BAJA

SITUACIÓN:

Almería

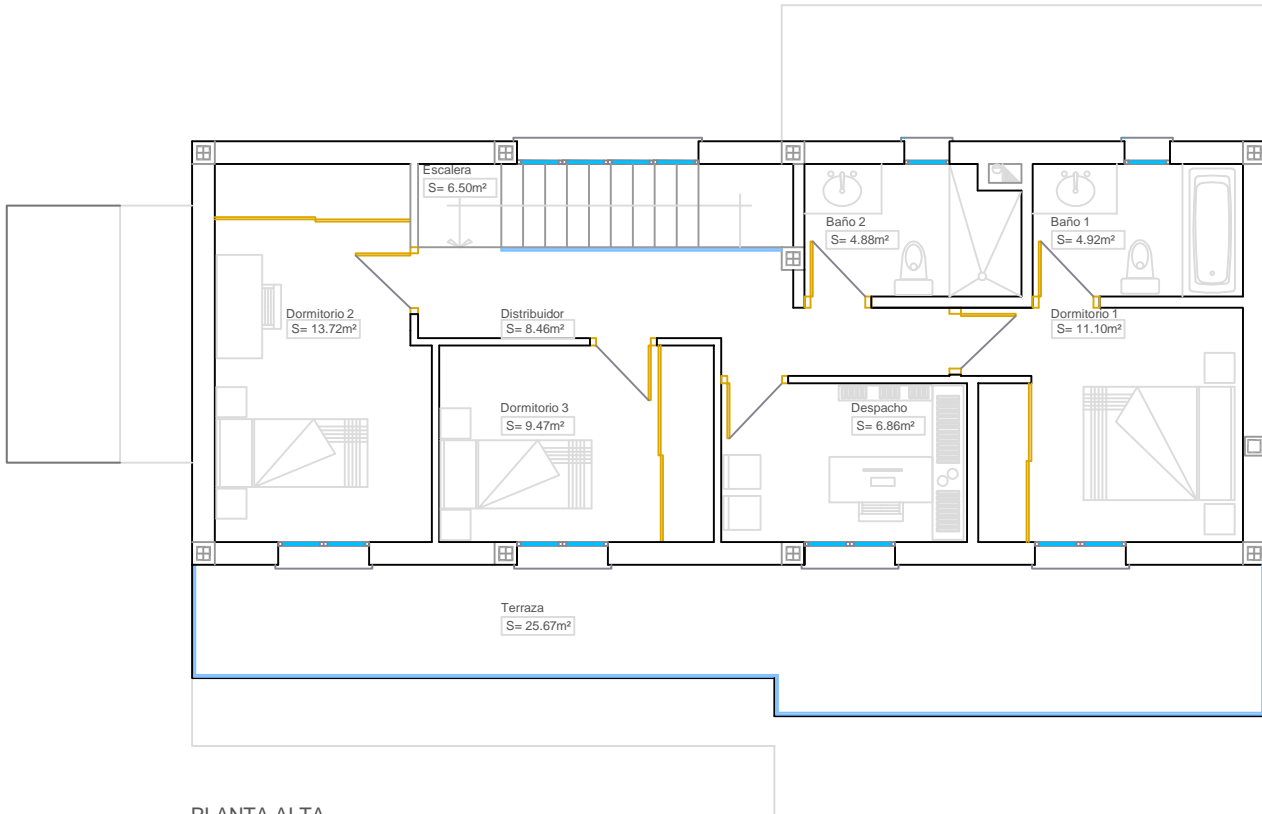
ARQUITECTO TÉCNICO: Carmen María López López

ESCALA:

1:100

FECHA: Septiembre, 2003

TUTORES: Xavier B. Lastra Bravo  
Alfonso Tolón Becerra



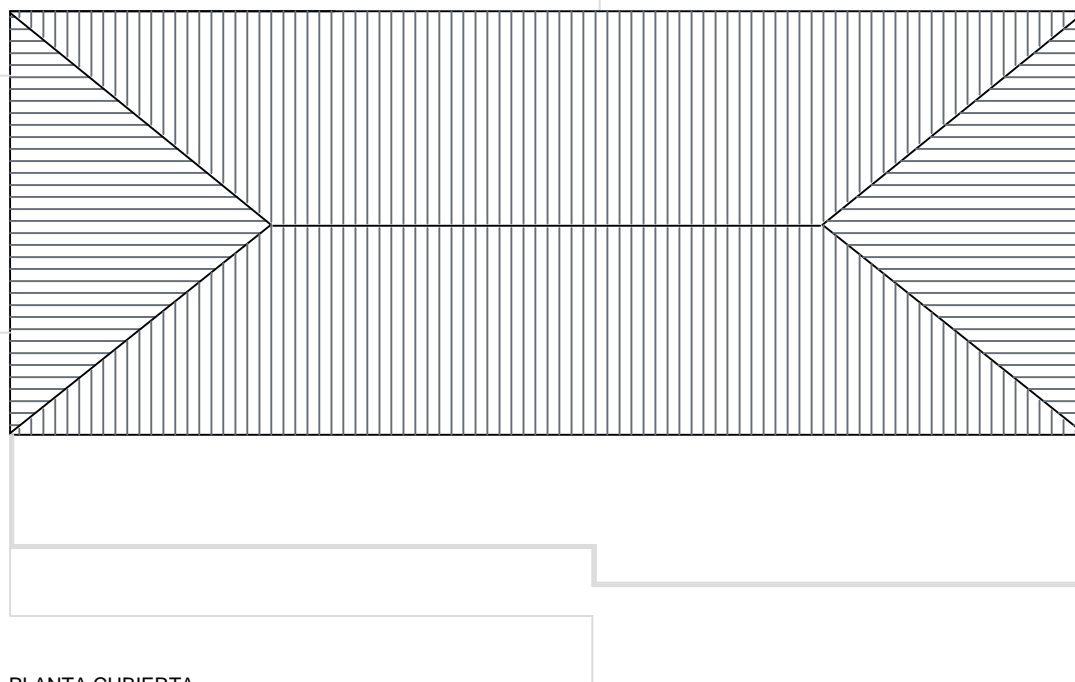
PLANTA ALTA

CUADRO DE SUPERFICIES, TOTAL		
	UTILES	CONSTRUIDAS
PLANTA BAJA		
VESTÍBULO	S= 8.86m <sup>2</sup>	
SALÓN-COMEDOR	S= 30.19m <sup>2</sup>	
COCINA	S= 13.46m <sup>2</sup>	
LAVADERO	S= 3.59m <sup>2</sup>	
ESCALERA	S= 6.50m <sup>2</sup>	
ASEO	S= 6.02m <sup>2</sup>	
PORCHE 1	S= 36.28m <sup>2</sup>	
PORCHE 2	S= 9.08m <sup>2</sup>	
PORCHE 3	S= 14.33m <sup>2</sup>	
ENTRADA	S= 7.25m <sup>2</sup>	
Z. AJARDINADA	S= 228.06m <sup>2</sup>	
TOTAL PLANTA BAJA	S= 68.62m <sup>2</sup>	S= 79.52m <sup>2</sup>
PLANTA ALTA		
DISTRIBUIDOR	S= 8.46m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 1	S= 11.10m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 2	S= 13.72m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 3	S= 9.47m <sup>2</sup>	
DESPACHO	S= 6.86m <sup>2</sup>	
BAÑO 1	S= 4.92m <sup>2</sup>	
BAÑO 2	S= 4.88m <sup>2</sup>	
TERRAZA	S= 25.67m <sup>2</sup>	
TOTAL PLANTA ALTA	S= 59.41m <sup>2</sup>	S= 79.52m <sup>2</sup>
TOTAL VIVIENDA	S= 126.84m <sup>2</sup>	S= 158.84m <sup>2</sup>

CUADRO DE SUPERFICIES, PLANTA ALTA		
DISTRIBUIDOR	S= 8.46m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 1	S= 11.10m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 2	S= 13.72m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 3	S= 9.47m <sup>2</sup>	
DESPACHO	S= 6.86m <sup>2</sup>	
BAÑO 1	S= 4.92m <sup>2</sup>	
BAÑO 2	S= 4.88m <sup>2</sup>	
TERRAZA	S= 25.67m <sup>2</sup>	
TOTAL PLANTA ALTA	S= 59.41m <sup>2</sup>	S= 79.52m <sup>2</sup>



 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b>	NÚMERO DE PLANO: <h1>P-03</h1>
	PLANO: <b>DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ALTA</b>	SITUACIÓN: <b>Almería</b>
FECHA: <b>Septiembre, 2003</b>	ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b>	ESCALA: <b>1:100</b>
	TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo</b> <b>Alfonso Tolón Becerra</b>	



PLANTA CUBIERTA

CUADRO DE SUPERFICIES, TOTAL		
	UTILES	CONSTRUIDAS
PLANTA BAJA		
VESTÍBULO	S= 8.86m <sup>2</sup>	
SALÓN-COMEDOR	S= 30.19m <sup>2</sup>	
COCINA	S= 13.46m <sup>2</sup>	
LAVADERO	S= 3.59m <sup>2</sup>	
ESCALERA	S= 6.50m <sup>2</sup>	
ASEO	S= 6.02m <sup>2</sup>	
PORCHE 1	S= 36.28m <sup>2</sup>	
PORCHE 2	S= 9.08m <sup>2</sup>	
PORCHE 3	S= 14.33m <sup>2</sup>	
ENTRADA	S= 7.25m <sup>2</sup>	
Z. AJARDINADA	S= 228.06m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL PLANTA BAJA</b>	<b>S= 68.62m<sup>2</sup></b>	<b>S= 79.52m<sup>2</sup></b>
PLANTA ALTA		
DISTRIBUIDOR	S= 8.46m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 1	S= 11.10m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 2	S= 13.72m <sup>2</sup>	
DORMITORIO 3	S= 9.47m <sup>2</sup>	
DESPACHO	S= 6.86m <sup>2</sup>	
BAÑO 1	S= 4.92m <sup>2</sup>	
BAÑO 2	S= 4.88m <sup>2</sup>	
TERRAZA	S= 25.67m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL PLANTA ALTA</b>	<b>S= 59.41m<sup>2</sup></b>	<b>S= 79.52m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL VIVIENDA</b>	<b>S= 126.84m<sup>2</sup></b>	<b>S= 158.84m<sup>2</sup></b>



UNIVERSIDAD  
DE ALMERÍA



PROYECTO: **DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA**

PLANO: **DISTRIBUCIÓN DE PLANTA CUBIERTA**

ARQUITECTO TÉCNICO: **Carmen María López López**

FECHA: **Septiembre, 2003**

TUTORES: **Xavier B. Lastra Bravo  
Alfonso Tolón Becerra**

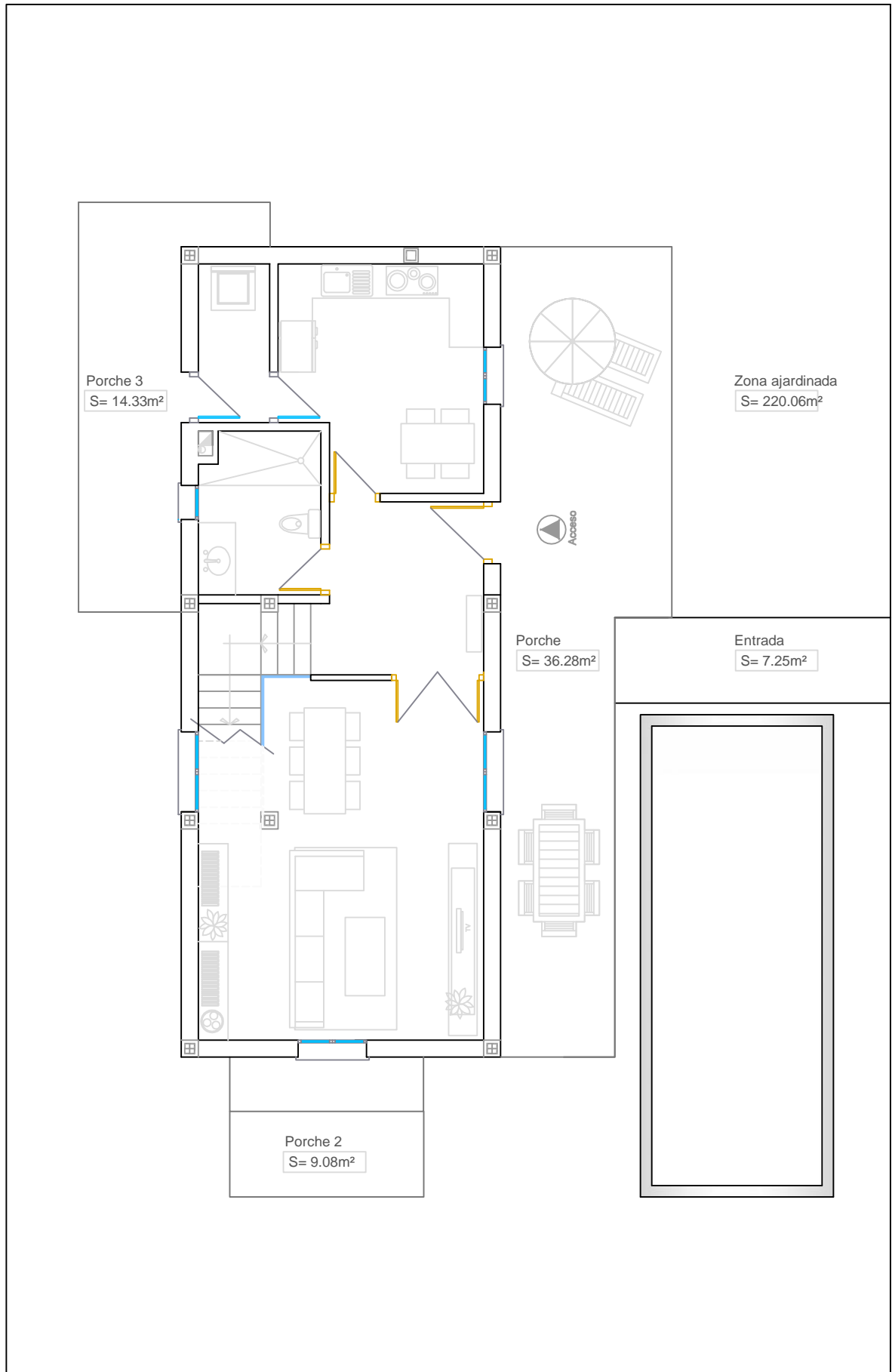
NÚMERO DE PLANO:

**P-04**

SITUACIÓN:  
**Almería**

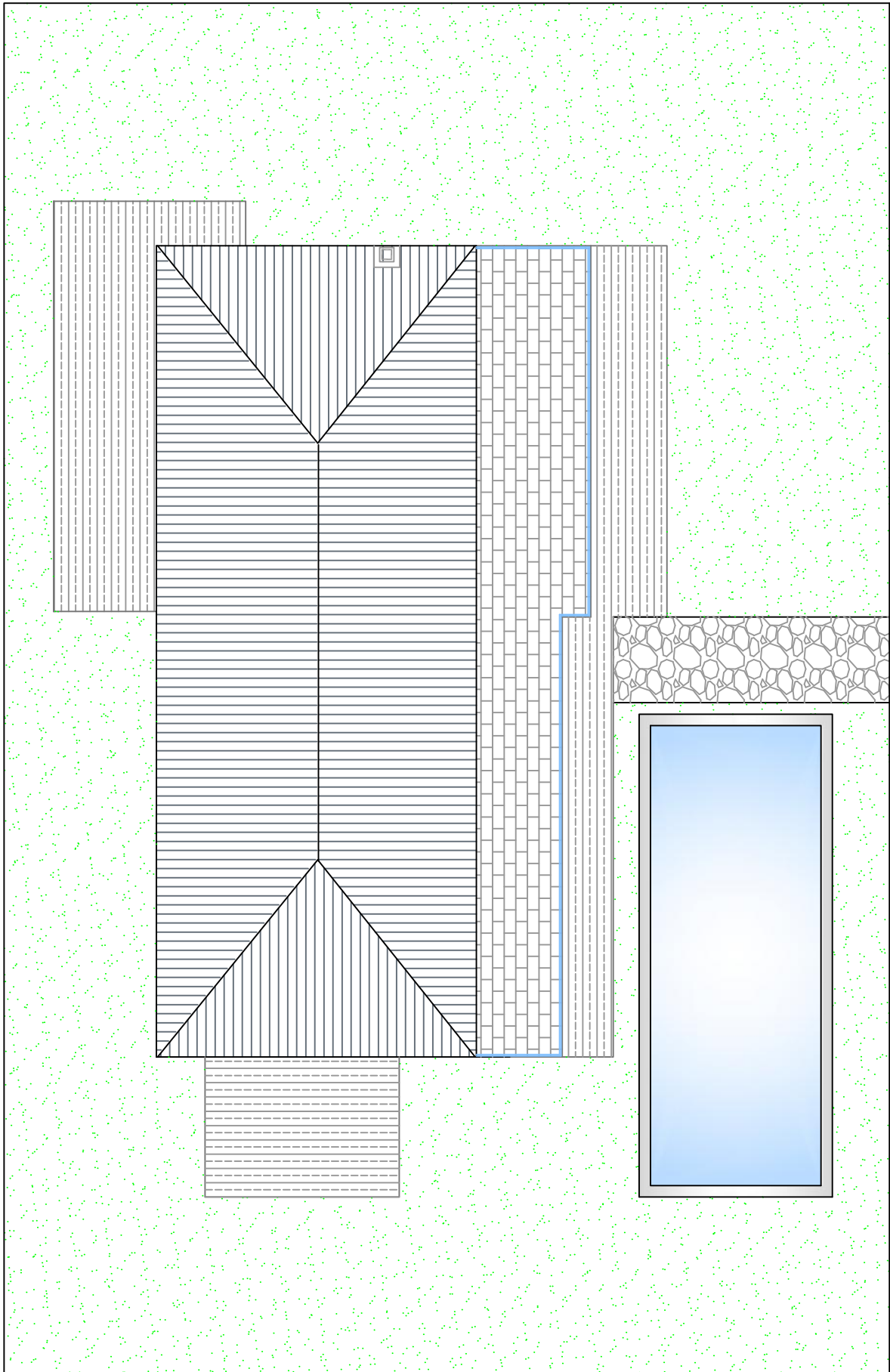
ESCALA:  
**1:100**





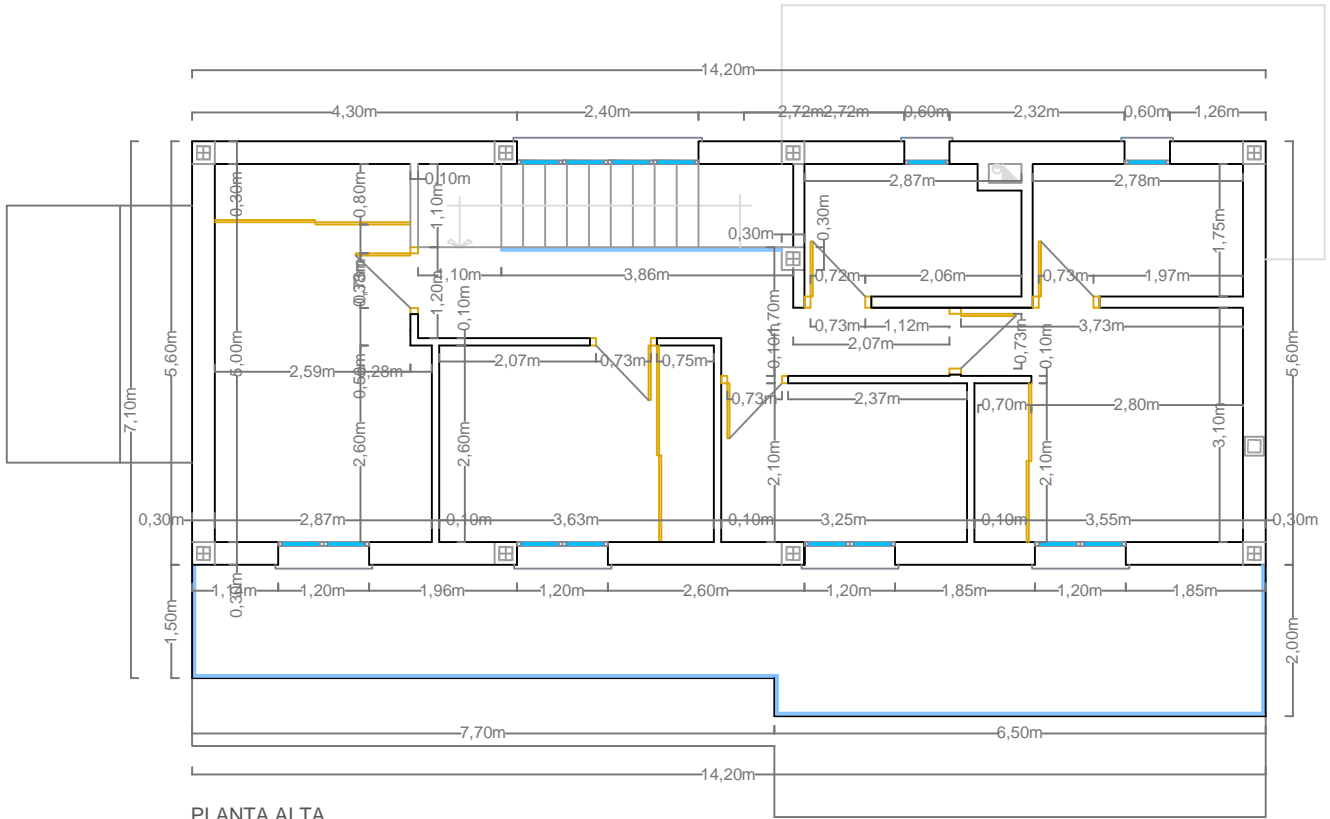
PLANTA BAJA Y PARCELA

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	PROYECTO:	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	NÚMERO DE PLANO:	<b>P-05</b>
	PLANO:	DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA CON PARCELA	ESCALA:	1:100
	ARQUITECTO TÉCNICO:	Carmen María López López		

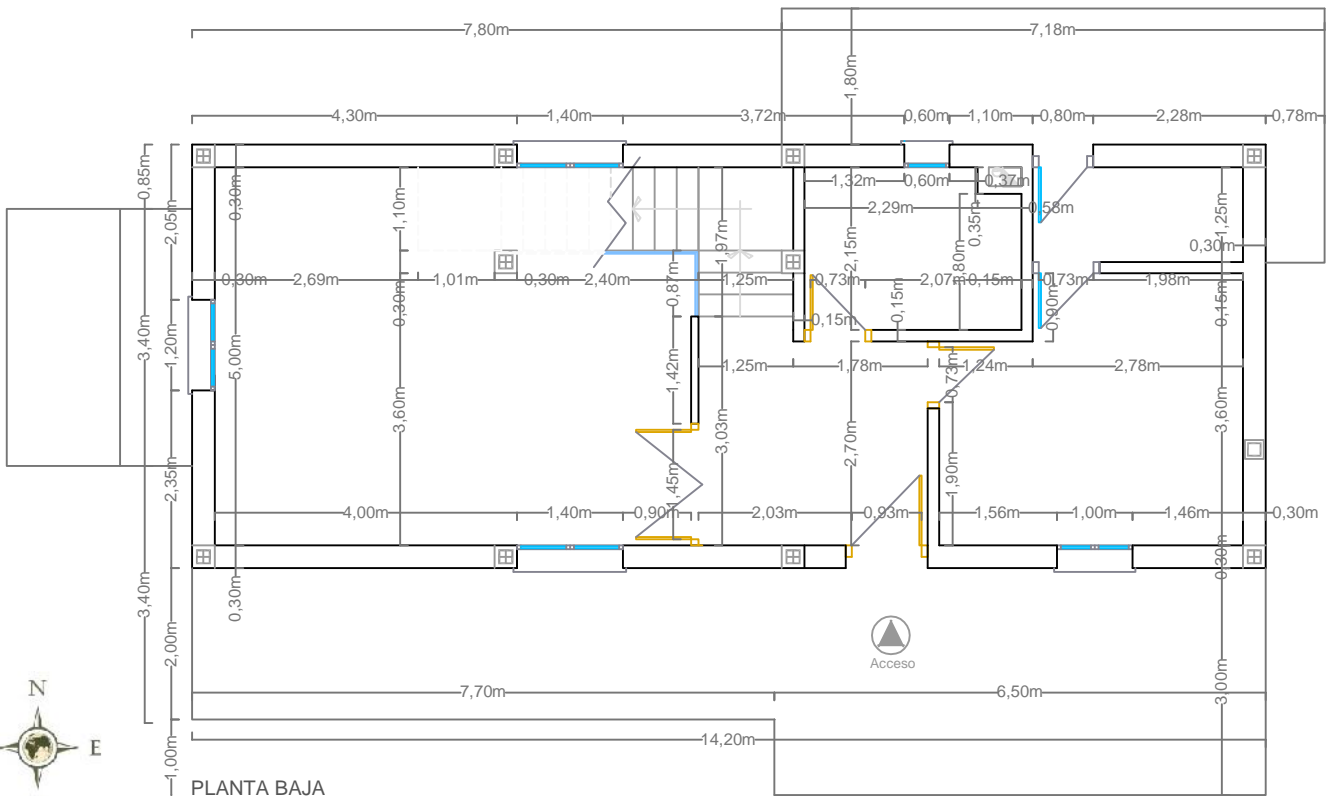


VIVIENDA EN PLANTA

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	PROYECTO:	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	NÚMERO DE PLANO:	P-06
	PLANO:	VIVIENDA EN PLANTA	ESCALA:	1:100
	ARQUITECTO TÉCNICO:	Carmen María López López		




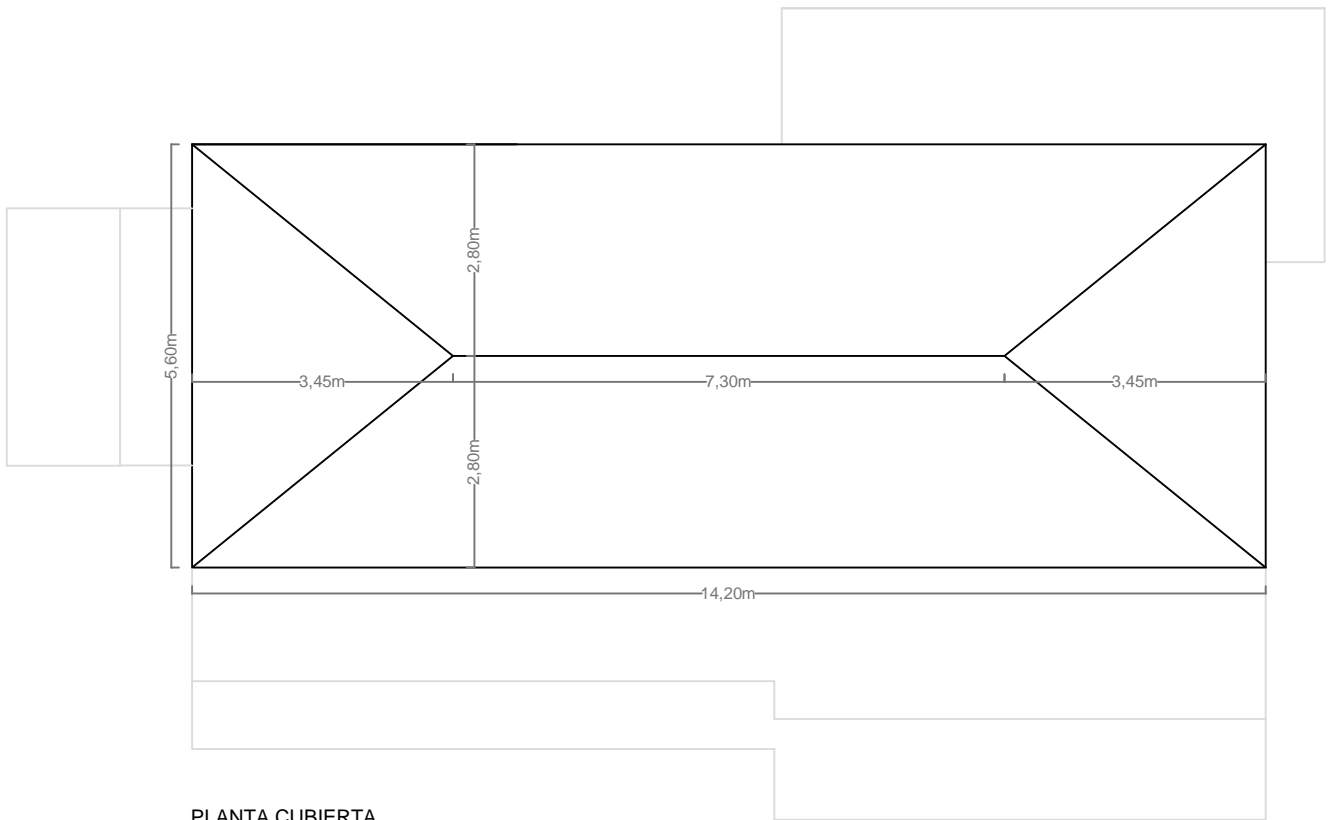
PLANTA ALTA



PLANTA BAJA




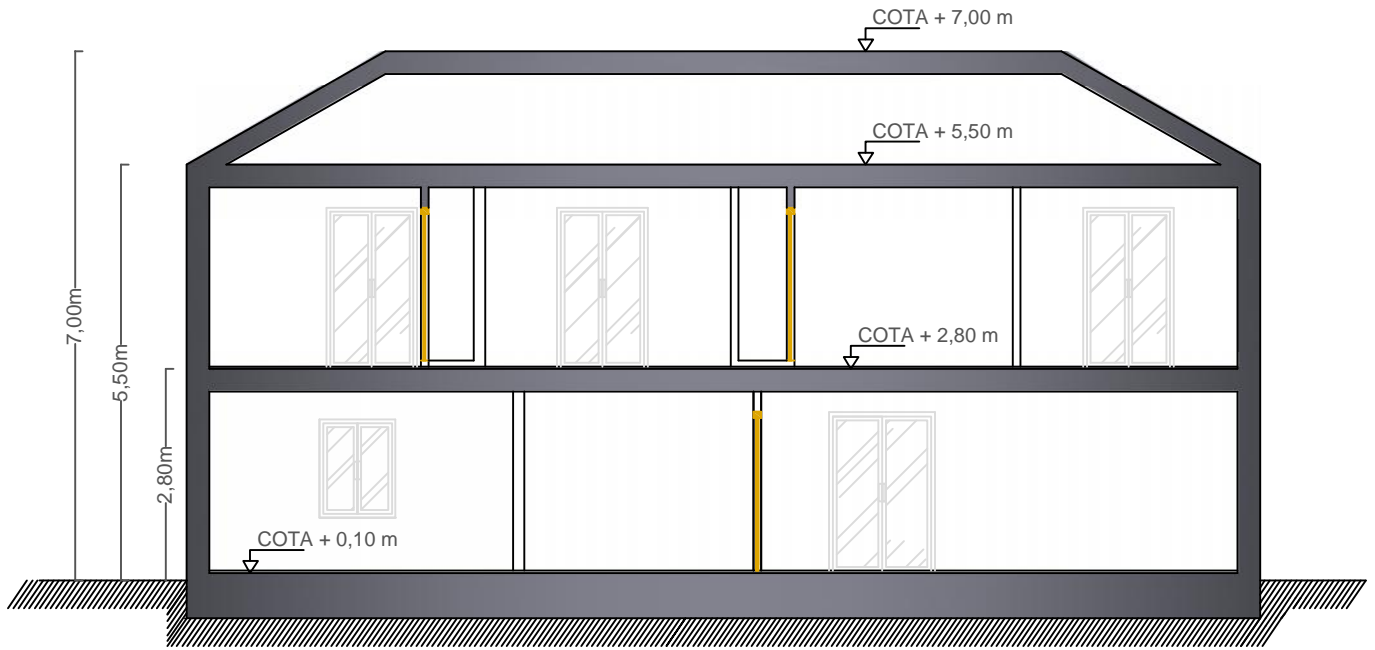
 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b>	NÚMERO DE PLANO: <h1>P-07</h1>
	PLANO: <b>ACOTADO PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA</b>	SITUACIÓN: <b>Almería</b>
FECHA: <b>Septiembre, 2003</b>	ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b>	ESCALA: <b>1:100</b>
TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo</b> <b>Alfonso Tolón Becerra</b>		



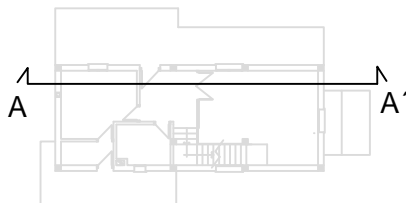
PLANTA CUBIERTA



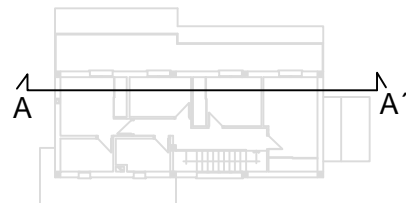
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  <small>Máster Oficial Interuniversitario Representación y Diseño en Ingeniería y Arquitectura</small>	PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b>	NÚMERO DE PLANO: <b>P-08</b>
	PLANO: <b>ACOTADO DE PLANTA CUBIERTA</b> ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b>	SITUACIÓN: <b>Almería</b>
FECHA: <b>Septiembre, 2003</b>	TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo Alfonso Tolón Becerra</b>	ESCALA: <b>1:100</b>



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'




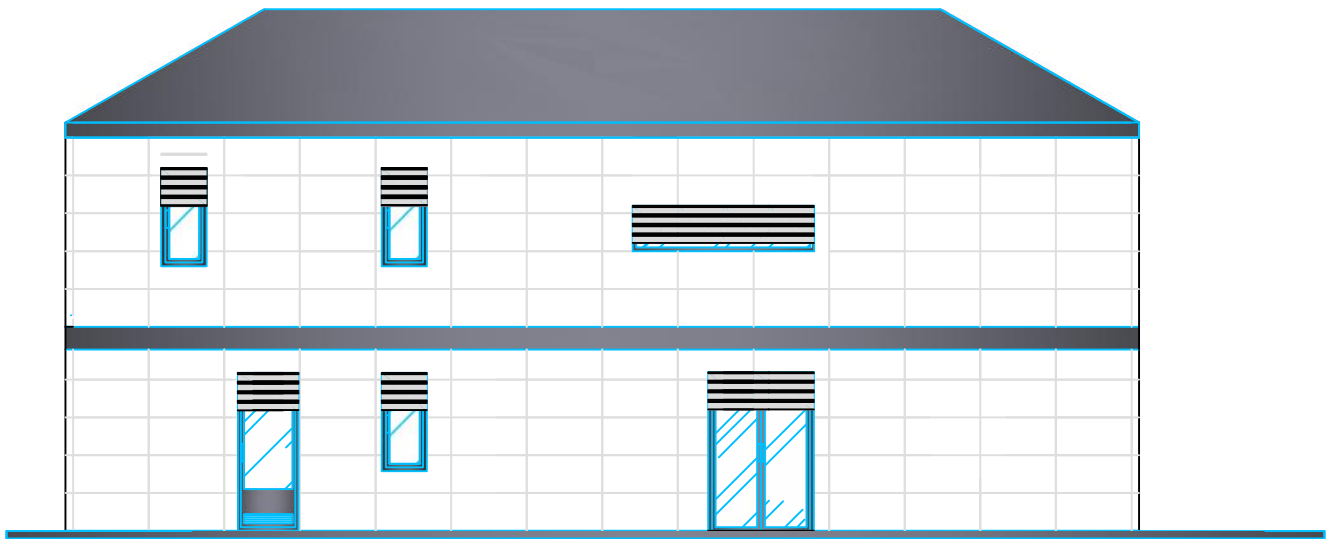
SECCIÓN A-A'  
PLANTA BAJA



SECCIÓN A-A'  
PLANTA ALTA




UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  	PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	NÚMERO DE PLANO:  <b>P-09</b>
	PLANO: SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'  ARQUITECTO TÉCNICO: Carmen María López López	SITUACIÓN: Almería
FECHA: Septiembre, 2003	TUTORES: Xavier B. Lastra Bravo Alfonso Tolón Becerra	ESCALA: 1:100

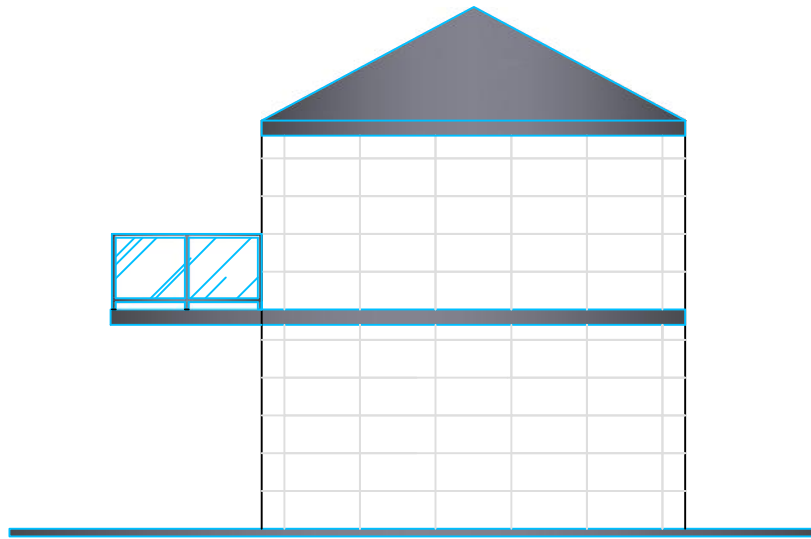


ALZADO, FACHADA NORTE

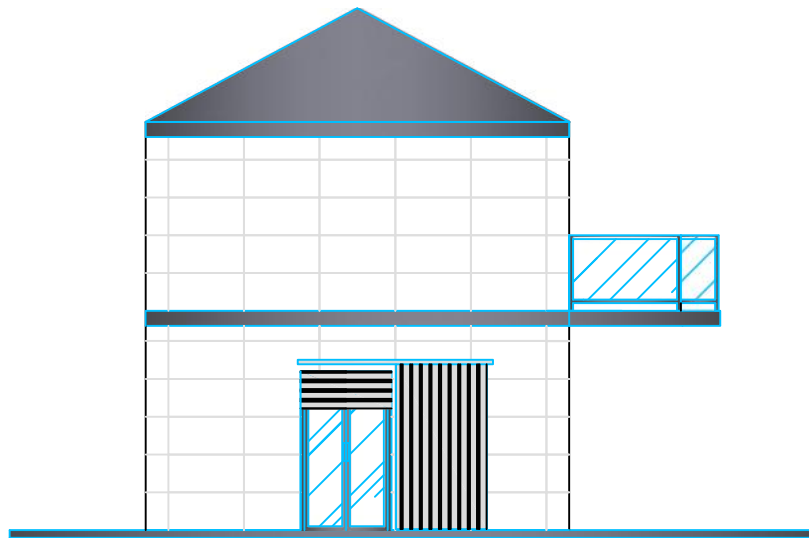


ALZADO, FACHADA SUR


UNIVERSIDAD DE ALMERÍA 	PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA	NÚMERO DE PLANO: <b>P-10</b>
	PLANO: ALZADOS DE FACHADA SUR Y FACHADADA NORTE ARQUITECTO TÉCNICO: Carmen María López López	SITUACIÓN: Almería
FECHA: Septiembre, 2003	TUTORES: Xavier B. Lastra Bravo Alfonso Tolón Becerra	ESCALA: 1:100

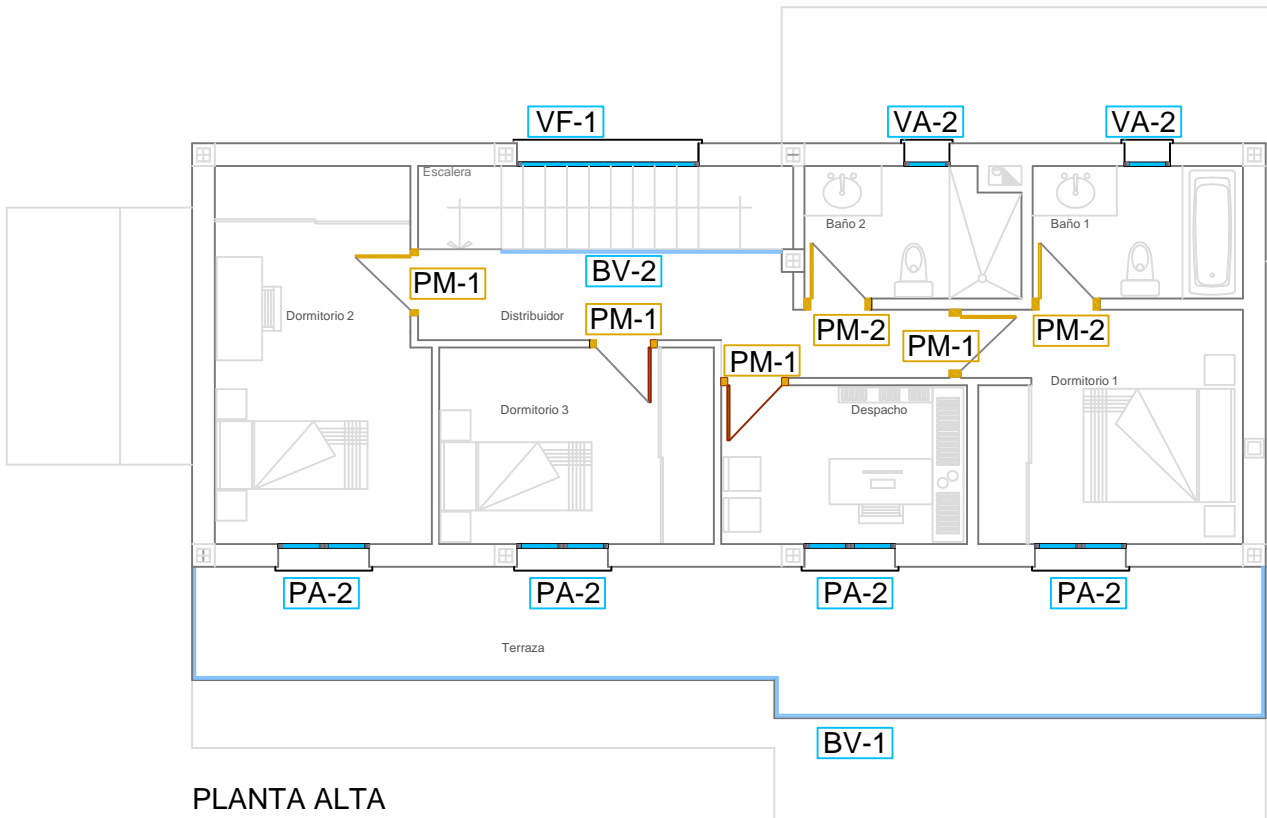


ALZADO, FACHADA ESTE

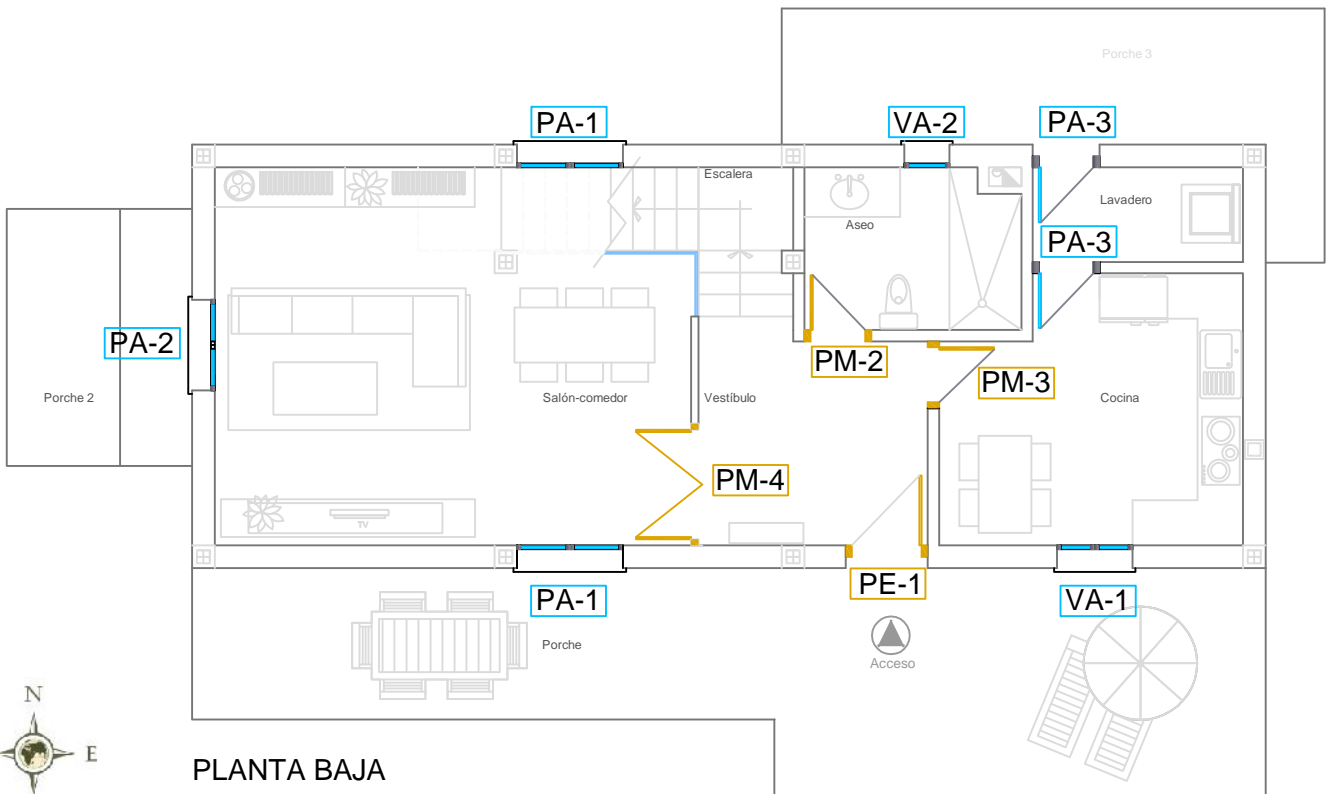


ALZADO, FACHADA OESTE

<p>UNIVERSIDAD DE ALMERÍA</p>  <p>Máster Oficial Interuniversitario Representación y Diseño en Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</p>	<p>NÚMERO DE PLANO: <b>P-11</b></p>
	<p>PLANO: ALZADOS DE FACHADA ESTE Y FACHADA OESTE</p> <p>ARQUITECTO TÉCNICO: Carmen María López López</p>	<p>SITUACIÓN: Almería</p>
<p>FECHA: Septiembre, 2003</p>	<p>TUTORES: Xavier B. Lastra Bravo Alfonso Tolón Becerra</p>	<p>ESCALA: 1:100</p>




PLANTA ALTA



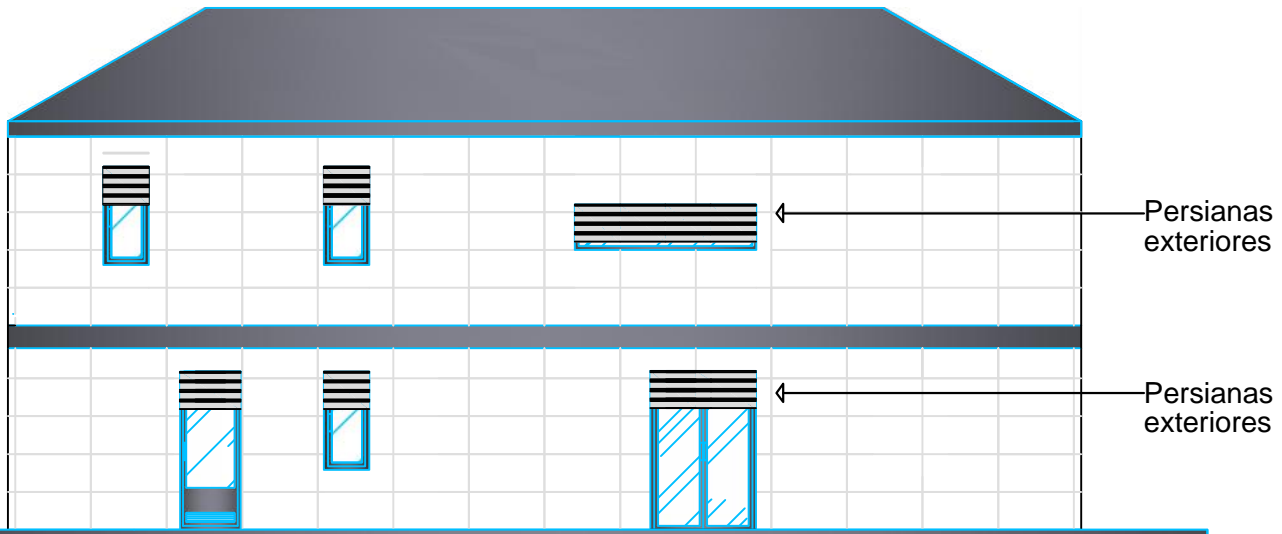
PLANTA BAJA



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA 	PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b>	NÚMERO DE PLANO: <h1>P-12</h1>
	PLANO: <b>CARPINTERÍA - 1</b> ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b>	SITUACIÓN: <b>Almería</b>
FECHA: <b>Septiembre, 2003</b>	TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo</b> <b>Alfonso Tolón Becerra</b>	ESCALA: <b>1:100</b>







Persianas exteriores

Persianas exteriores


ALZADO, FACHADA NORTE

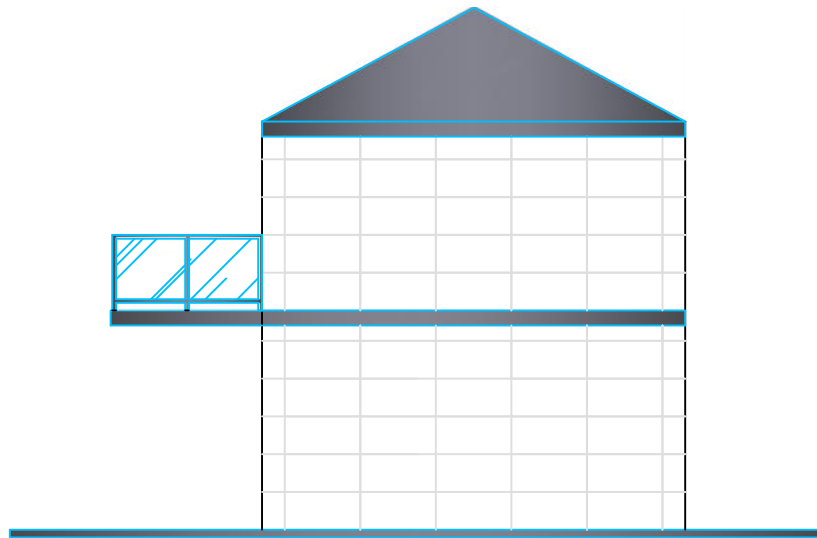


Sistemas de protección solar con lamas horizontales

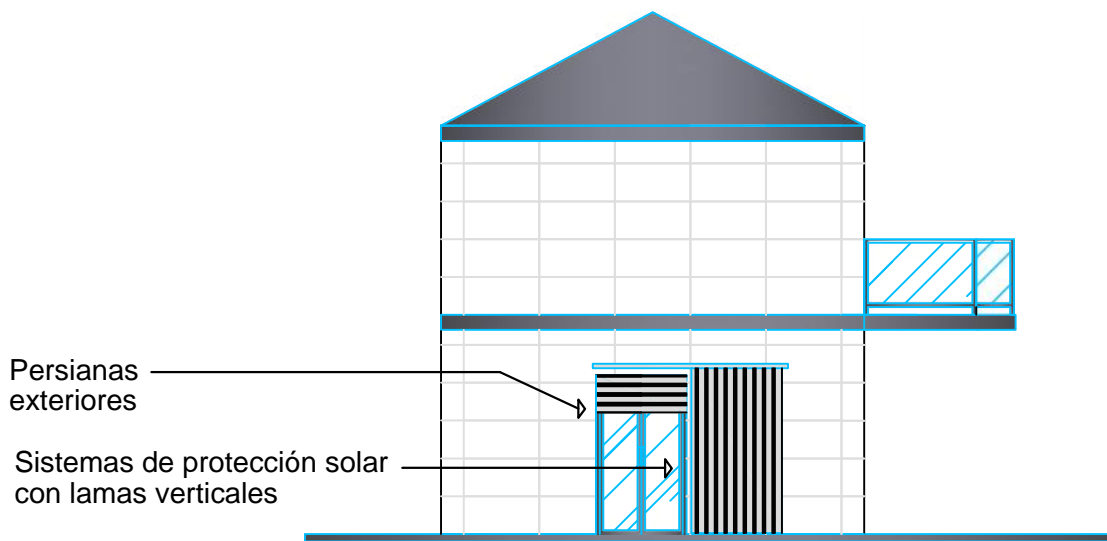
Persianas exteriores

ALZADO, FACHADA SUR


 <p>UNIVERSIDAD DE ALMERÍA</p> <p>Máster Oficial Interuniversitario Representación y Diseño en Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</p>	<p>NÚMERO DE PLANO: <b>P-14</b></p>
	<p>PLANO: SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN FACHADAS - 1</p> <p>ARQUITECTO TÉCNICO: Carmen María López López</p>	<p>SITUACIÓN: Almería</p>
<p>FECHA: Septiembre, 2003</p>	<p>TUTORES: Xavier B. Lastra Bravo Alfonso Tolón Becerra</p>	<p>ESCALA: 1:100</p>

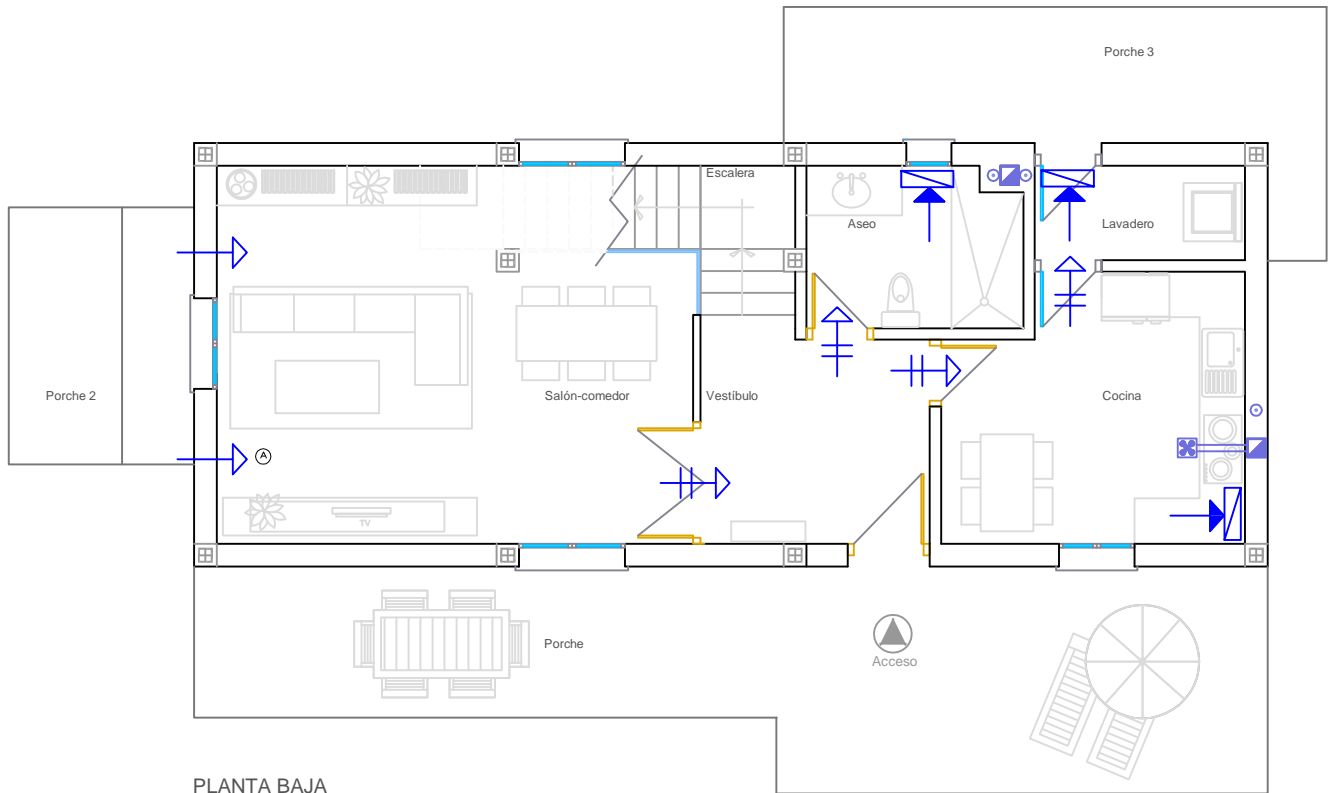


ALZADO, FACHADA ESTE



ALZADO, FACHADA OESTE

 <p>UNIVERSIDAD DE ALMERÍA</p> <p>Máster Oficial Interuniversitario Representación y Diseño en Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b></p>	<p>NÚMERO DE PLANO:</p> <p><b>P-15</b></p>
	<p>PLANO: <b>SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR EN FACHADAS - 2</b></p> <p>ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b></p>	<p>SITUACIÓN:</p> <p><b>Almería</b></p>
<p>FECHA: <b>Septiembre, 2003</b></p>	<p>TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo</b> <b>Alfonso Tolón Becerra</b></p>	<p>ESCALA:</p> <p><b>1:100</b></p>

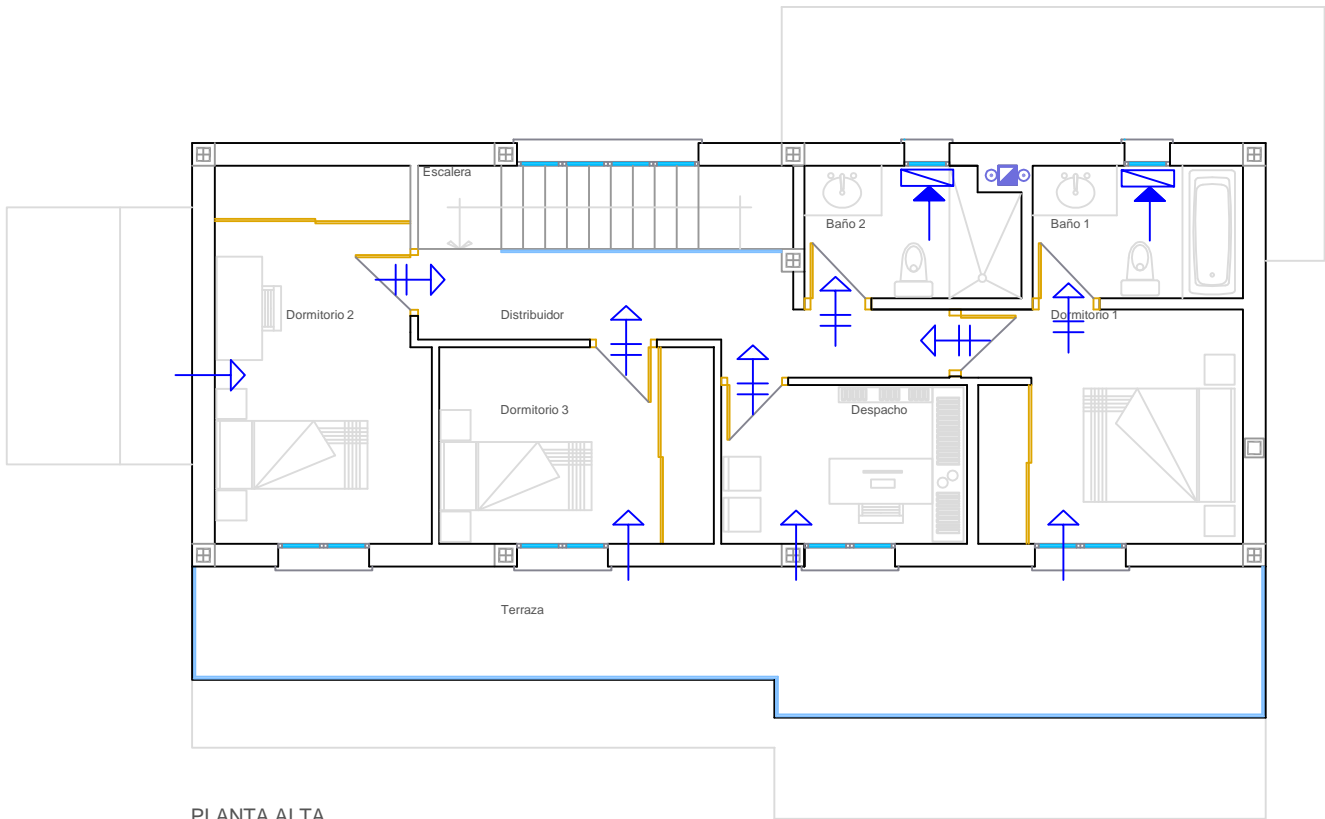


PLANTA BAJA

SÍMBOLOS	ESPECIFICACIONES
	ABERTURA DE PASO
	ABERTURA DE ADMISIÓN
	ABERTURA DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO VERTICAL DE EXTRACCIÓN
	EXTRACCIÓN DE HUMOS
	ASPIRADOR PARA VENTILACIÓN MECÁNICA
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN DE HUMOS



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA 	PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b>	NÚMERO DE PLANO: <h1>P-16</h1>
	PLANO: <b>SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA. PLANTA BAJA</b> ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b>	SITUACIÓN: <b>Almería</b>
FECHA: <b>Septiembre, 2003</b>	TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo</b> <b>Alfonso Tolón Becerra</b>	ESCALA: <b>1:100</b>



PLANTA ALTA

SÍMBOLOS	ESPECIFICACIONES
	ABERTURA DE PASO
	ABERTURA DE ADMISIÓN
	ABERTURA DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO VERTICAL DE EXTRACCIÓN
	EXTRACCIÓN DE HUMOS
	ASPIRADOR PARA VENTILACIÓN MECÁNICA
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN DE HUMOS



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA 	PROYECTO: <b>DISEÑO Y DIMENSIONADO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO, UBICADA EN EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA</b>	NÚMERO DE PLANO: <b>P-17</b>
	PLANO: <b>SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA. PLANTA ALTA</b> ARQUITECTO TÉCNICO: <b>Carmen María López López</b>	SITUACIÓN: <b>Almería</b>
FECHA: <b>Septiembre, 2003</b>	TUTORES: <b>Xavier B. Lastra Bravo</b> <b>Alfonso Tolón Becerra</b>	ESCALA: <b>1:100</b>



## Resumen:

La Directiva Europea 2010/31/UE establece que todos los edificios públicos construidos en Europa deberán cumplir la filosofía del consumo energético casi nulo hasta 2020. Para cumplirlo, en España se certificarán como viviendas de tipo "A o B". Este trabajo Fin de Máster se ha realizado con la finalidad de cumplir con la directiva europea, mediante la utilización de los programas oficiales de diseño y cálculo establecidos por el Gobierno Español.

Se ha diseñado y dimensionado una vivienda tipo para que cumpla los requisitos establecidos, adaptando el estándar alemán Passivhaus, desarrollado para el diseño y construcción de viviendas eficientes energéticamente. Este estándar fue implantado en Alemania, pero puede ser adaptado para cualquier tipo de clima. Actualmente, Passive-ON Project estudia este estándar para un clima mediterráneo, pero utiliza los criterios y el software PHPP, propio del estándar Passivhaus.

En el presente trabajo Fin de Máster se ha realizado el estudio y diseño de una vivienda de consumo energético casi nulo, ubicada en el término municipal de Almería, España. Este municipio goza de un clima semidesértico o semiárido, tipo de clima único en España. Se realizó el diseño y el dimensionado de este inmueble mediante la adaptación de la metodología del estándar Passivhaus. Se alcanzaron los objetivos mediante el uso de los programas informáticos oficiales implantados en España (Lider y Calener Vyp) y el cumplimiento de la normativa española de construcción. Como resultado, la vivienda obtuvo la calificación energética "B", es decir, que la eficiencia energética de la vivienda está entre el 55 y el 75%.

La calificación energética obtenida permite que la vivienda cumpla con el objetivo europeo de eficiencia energética de los edificios. Además, se ha adaptado el estándar Passivhaus a los procesos de diseño y dimensionado que se han de realizar en España, de

