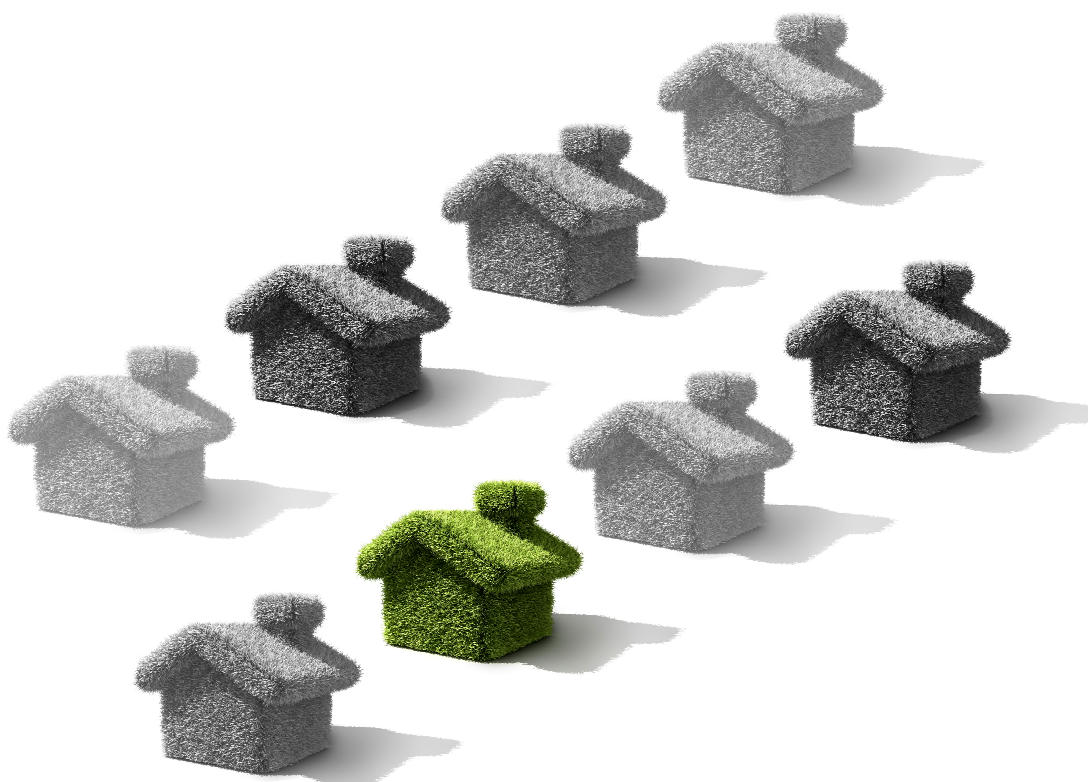


Contribución a la mejora de la Eficiencia Energética de una Vivienda Unifamiliar

Curso: 2011/2012

AUTORA: **Belén MARTÍNEZ BALLESTEROS**

TUTORES: Andrea SALANDIN
Isabel TORT AUSINA



RESUMEN

RESUMEN

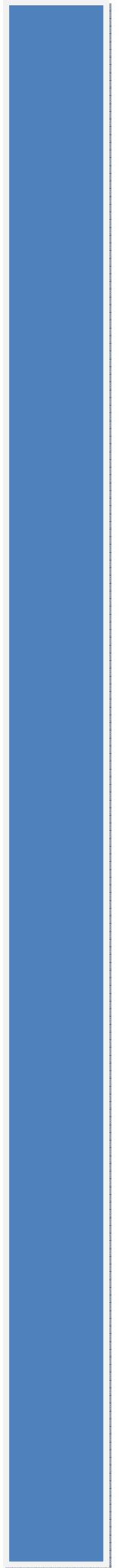
El sector residencial es un sector clave en el contexto energético nacional debido a la importancia que reviste su demanda energética, que supone un 25% del consumo total. El constante crecimiento de la población conlleva un aumento de consumo de energía, especialmente de las fósiles, está provocando una disminución en la disponibilidad de estos recursos además del daño ambiental que provoca el consumo de estas energías.

El presente trabajo pretende realizar un análisis de la situación energética de una vivienda unifamiliar, sin ningún tipo de medidas para el ahorro energético, analizando la demanda energética tanto por estancias como por meses, además de realizar un estudio de asoleo para entender como afecta la energía procedente del sol sobre la vivienda.

Por otra parte se van a proponer una serie de mejoras energéticas, mejorando el comportamiento de la envolvente térmica y las instalaciones. Con esto se pretende reducir el consumo, asegurándonos así una disminución en emisiones de gases a la atmosfera y un ahorro económico, sin modificar el confort final.

Finalmente se va a realizar un análisis económico para comprobar la viabilidad de las soluciones adoptadas, analizando cada una de ellas por separado y todas ellas en conjunto y estudiar los plazos de recuperación de la inversión

ÍNDICE DE CONTENIDOS



INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| INDICE DE CONTENIDOS | I |
| INDICE DE FIGURAS..... | VII |
| INDICE DE TABLAS..... | XIII |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 3 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 6 |
| 1.3 MARCO NORMATIVO | 6 |
| 1.3.1 Antecedentes normativos de la eficiencia energética..... | 6 |
| 1.3.2 Marco Normativo Actual..... | 7 |
| 1.4 CONCEPTOS BÁSICOS..... | 10 |
| 1.4.1 Características térmicas de los materiales de construcción | 10 |
| 1.4.2 Características Térmicas de los elementos constructivos | 12 |
| 1.4.3 Demanda energética de los edificios | 14 |
| 1.5 BIOMASA | 15 |
| 1.5.1 Generalidades de la biomasa | 15 |
| | |
| 2. VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO | 19 |
| 2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA..... | 21 |
| 2.1.1 Emplazamiento y situación | 21 |
| 2.1.2 Descripción general del edificio..... | 22 |
| 2.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA | 24 |
| 2.2.1 Cimentación | 24 |
| 2.2.2 Estructura..... | 25 |
| 2.2.3 Cerramientos | 26 |
| 2.2.4 Cubierta..... | 27 |
| 2.2.5 Carpintería exterior..... | 29 |
| 2.2.6 Carpintería Interior | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.7 Revestimientos..... | 30 |
| 2.2.8 Pavimentos | 30 |
| 3.ANÁLISIS ENERGETICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL | 31 |
| 3.1.INTRODUCCIÓN..... | 33 |
| 3.2.ANALISIS CLIMATOLÓGICO | 34 |
| 3.2.1Estudio de asoleo de la vivienda..... | 36 |
| 3.3.LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCIÓN GENERAL MEDIANTE HERRAMIENTA INFORMÁTICA LIDER | 48 |
| 3.3.1 Descripción de la aplicación..... | 48 |
| 3.3.2 Utilización de LIDER | 49 |
| 3.3.3 Aplicación de la herramienta en nuestro proyecto | 51 |
| 3.4 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA CALENER | 61 |
| 3.4.1 Generalidades de la aplicación | 61 |
| 3.4.2 Certificación de edificios residenciales | 61 |
| 3.4.3 Utilización de CALENER..... | 62 |
| 3.4.4 Aplicación de la herramienta en nuestro proyecto | 63 |
| 3.5 CONCLUSIÓN..... | 68 |
| 4. MEJORAS ENERGETICAS APLICADAS A LA VIVIENDA | 69 |
| 4.1.INTRODUCCIÓN..... | 71 |
| 4.2.MEJORA DE LA ENVOLVENTE..... | 71 |
| 4.2.1.Sustitución de ventanas y puertas acristaladas..... | 71 |
| 4.2.2.Colocación de aislamiento en forjados..... | 72 |
| 4.2.3.Colocación de aislamiento en fachadas..... | 73 |
| 4.3.LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCIÓN GENERAL MEDIANTE HERRAMIENTA INFORMÁTICA LIDER | 75 |
| 4.4.ANÁLISIS DE MEJORAS | 78 |
| 4.4.1.Mejora de la transmitancia de muros | 79 |
| 4.4.2.Mejora de la demanda total | 80 |
| 4.4.3.Mejora de la demanda por espacios | 81 |
| 4.5.MEJORA DE INSTALACIONES..... | 83 |
| 4.5.1.Funcionamiento caldera de Biomasa | 83 |
| 4.5.2.Selección del biocombustible | 85 |
| 4.5.3.Almacenamiento de la biomasa | 87 |

| | |
|--|------------|
| 4.5.4. Características cuarto depósito de pellets y sala de calderas | 89 |
| 4.5.5. Elementos de la instalación | 89 |
| 4.5.6. Conclusiones | 91 |
| 4.6. NUEVA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA..... | 94 |
| 5. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA | 95 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 105 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 113 |
| | |
| AGRADECIMIENTOS | 117 |
| ANEXOS..... | 121 |
| ANEXO I. PLANOS..... | 123 |
| ANEXO II. DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS GENERADOS POR CALENER | 131 |
| ANEXO III. FICHA TÉCNICA CALDERA | 159 |

ÍNDICE DE FIGURAS



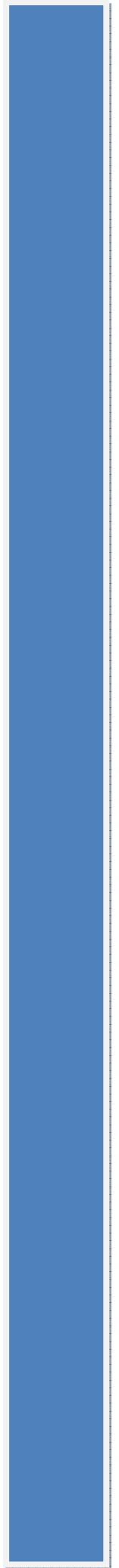
INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig. 1. Crecimiento de la población mundial..... | 3 |
| Fig. 2. Consumo global de energía | 4 |
| Fig. 3. Efecto Invernadero..... | 5 |
| Fig. 4. Mecanismos de aplicación en normativa española, de los requisitos de la Directiva 2002/91/CEE | 7 |
| Fig. 5. Factor solar..... | 12 |
| Fig. 6. Imagen termográfica puente térmico..... | 13 |
| Fig. 7. Demanda Energética..... | 14 |
| Fig. 8. Ubicación vivienda en Peñas de San Pedro | 21 |
| Fig. 9. Parcela | 22 |
| Fig. 10. Uso vivienda en plantas de distribución | 22 |
| Fig. 11. Parte ampliada | 24 |
| Fig. 12. Detalle zapata aislada | 24 |
| Fig. 13. Sección tipo forjado..... | 25 |
| Fig. 14. Detalle viga plana en extremo de vano..... | 25 |
| Fig. 15. Detalle losa de escalera | 26 |
| Fig. 16. Encuentro fachada y medianera con forjado..... | 26 |
| Fig. 17. Encuentro fachada posterior y medianera con forjado zona reformada | 27 |
| Fig. 18. Esquema tipos de cubiertas | 27 |
| Fig. 19. Detalle cubierta inclinada apoyada mediante tabiques palomeros | 28 |
| Fig. 20 Detalle cubierta inclinada apoyada mediante vigueta pretensada | 28 |
| Fig. 21. Detalle cubierta plana..... | 29 |
| Fig. 22. Etiqueta según calificación energética..... | 33 |
| Fig. 23. Información climatológica de Peñas de San Pedro..... | 35 |
| Fig. 24. Fachadas objeto de análisis de asoleo..... | 36 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Fig. 25. Soleamiento fachada principal durante el solsticio de verano</i> | <i>37</i> |
| <i>Fig. 26. Soleamiento fachada principal durante el equinocio de otoño.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Fig. 27. Soleamiento fachada principal durante el solsticio de invierno.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Fig. 28. Soleamiento fachada principal durante el equinocio de primavera.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Fig. 29. Soleamiento fachada lateral durante el solsticio de verano.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Fig. 30. Soleamiento fachada lateral durante el equinocio de otoño</i> | <i>41</i> |
| <i>Fig. 31. Soleamiento fachada lateral durante el solsticio de invierno.....</i> | <i>42</i> |
| <i>Fig. 32. Soleamiento fachada lateral durante el equinocio de primavera.....</i> | <i>43</i> |
| <i>Fig. 33. Soleamiento fachada posterior durante el solsticio de verano.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Fig. 34. Soleamiento fachada posterior durante el equinocio de otoño.....</i> | <i>45</i> |
| <i>Fig. 35. Soleamiento fachada posterior durante el solsticio de invierno.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Fig. 36. Soleamiento fachada posterior durante el equinocio de primavera</i> | <i>47</i> |
| <i>Fig. 37. Zona climática</i> | <i>51</i> |
| <i>Fig. 38. 3D del edificio</i> | <i>52</i> |
| <i>Fig. 39. 3D del edificio</i> | <i>53</i> |
| <i>Fig. 40. Espacios planta baja</i> | <i>54</i> |
| <i>Fig. 41. Espacios planta primera</i> | <i>55</i> |
| <i>Fig. 42. Resultados LIDER</i> | <i>55</i> |
| <i>Fig. 43. Resultados LIDER por espacios</i> | <i>56</i> |
| <i>Fig. 44. Demanda calefacción mensual</i> | <i>58</i> |
| <i>Fig. 45. Demanda refrigeración mensual.....</i> | <i>59</i> |
| <i>Fig. 46. Esquema sistema a introducir en Calener</i> | <i>64</i> |
| <i>Fig. 47. Sistema a introducir en Calener</i> | <i>65</i> |
| <i>Fig. 48. Resultado Calener</i> | <i>66</i> |
| <i>Fig. 49. Resultado Calener</i> | <i>67</i> |
| <i>Fig. 50. Detalle rehabilitación de forjado</i> | <i>72</i> |
| <i>Fig. 51. Sistemas de aislamiento térmico</i> | <i>73</i> |
| <i>Fig. 52. Esquema sistema sate</i> | <i>73</i> |
| <i>Fig. 53. Detalle rehabilitación de fachada</i> | <i>74</i> |

| | |
|---|-----|
| Fig. 54. Resultados LIDER..... | 75 |
| Fig. 55. Resultados LIDER por espacios | 76 |
| Fig. 56. Demanda de calefacción (KWh/m ²) | 77 |
| Fig. 57. Demanda de refrigeración (KWh/m ²) | 77 |
| Fig. 58. Comparación coeficientes transmitancia térmica | 79 |
| Fig. 59. Comparación demanda de calefacción | 80 |
| Fig. 60. Comparación demanda de refrigeración..... | 80 |
| Fig. 61. Gráfico comparación demanda de calefacción por espacios | 82 |
| Fig. 62. Gráfico comparación demanda de refrigeración por espacios | 83 |
| Fig. 63. Funcionamiento caldera biomasa | 84 |
| Fig. 64. Esquema comparativo ventajas y desventajas de biocombustibles | 86 |
| Fig. 65 Posibles posiciones del depósito de combustible | 87 |
| Fig. 66. Espacios destinados a depósito y sala de máquinas..... | 87 |
| Fig. 67 Esquema de instalación, con punto de suministro | 88 |
| Fig. 68 Planta de sala de calderas | 90 |
| Fig. 69 Sección de sala de calderas | 90 |
| Fig. 70 Nueva calificación energética | 92 |
| Fig. 71. Calificación energética final..... | 93 |
| Fig. 72. Recuperación de la inversión | 99 |
| Fig. 73. Recuperación de la inversión de mejora de la envolvente | 100 |
| Fig. 74. Recuperación de la inversión de sustitución de equipos | 101 |
| Fig. 75. Comparación de las distintas inversiones | 101 |
| Fig. 76. Ahorro producido por cada una de las soluciones. | 102 |
| Fig. 77. Porcentaje de coeficiente de transmitancia térmica respecto U _{lim} del CTE antes de la mejora..... | 108 |
| Fig. 78. Porcentaje de coeficiente de transmitancia térmica respecto U _{lim} del CTE después de la mejora..... | 108 |
| Fig. 79. Valores obtenidos en la calificación energética. | 109 |
| Fig. 80.Tabla comparativa de las diferentes soluciones | 110 |
| Fig. 81. Comparación gasto de calefacción de las diferentes soluciones..... | 110 |

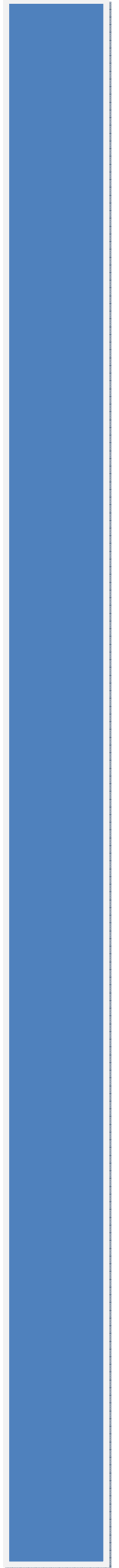
ÍNDICE DE TABLAS



INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Conductividad térmica de los materiales utilizados en el proyecto | 11 |
| Tabla 2. Resistencia de alguno de los materiales utilizados en el proyecto | 11 |
| Tabla 3. Coeficiente de transmitancia térmica de alguno de los materiales utilizados en el proyecto | 12 |
| Tabla 4. Cuadro de superficies útiles y construidas | 23 |
| Tabla 5. Cuadro de superficies útiles por dependencia. | 23 |
| Tabla 6. Nomenclatura utilizada por LIDER | 50 |
| Tabla 7. Incumplimientos CTE | 54 |
| Tabla 8. Comparación demandas KWh/m2 edificio objeto y edificio de referencia | 57 |
| Tabla 9. Demandas KWh/m2 edificio objeto y edificio de referencia mensuales | 57 |
| Tabla 10. Demanda KWh/m2 por zonas | 59 |
| Tabla 11. Indices de calificación de viviendas | 62 |
| Tabla 12. Comparación demandas KWh/m2 edificio objeto y edificio de referencia | 76 |
| Tabla 13. Demandas KWh/m2 edificio objeto y edificio de referencia mensuales | 77 |
| Tabla 14. Demanda KWh/m2 por zonas | 78 |
| Tabla 15. Análisis coeficiente transmitancia térmica | 79 |
| Tabla 16. Comparación demandas KWh/m2 edificio objeto antes y después y edificio de referencia | 80 |
| Tabla 17. Comparación demandas KWh/m2 de calefacción por espacios | 81 |
| Tabla 18. Comparación demandas KWh/m2 de refrigeración por espacios | 82 |
| Tabla 19. Comparación datos básicos biocombustibles | 85 |
| Tabla 20. Presupuesto | 98 |

CAPITULO 1
INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Desde el origen de nuestra civilización, el ser humano ha ido evolucionando buscando nuevos recursos y nuevas formas de energías. El uso de las energías renovables se remonta a la prehistoria, donde el hombre utilizaba la energía procedente del viento, para la propulsión de barcos a vela. La energía solar fue utilizada ya en la Segunda Guerra Púnica (218-201 a.C.), en la que se utilizaban grandes espejos para concentrar los rayos del sol sobre las velas de las naves romanas para prenderles fuego. La hidráulica se utiliza desde 1000 a.C. cuando era utilizada para molienda de cereales a través de norias, ruedas hidráulicas... (Creus Solé, A. 2004) [1]

Posteriormente se comenzó a utilizar las energías fósiles (Petróleo, Carbón y Gas Natural). Durante los últimos años, el crecimiento de la población mundial, y la gran industrialización de los países está provocado un aumento en la demanda de energía, tanto en el sector industrial como en el domestico, siendo las más utilizadas las energías fósiles.

En las siguientes ilustraciones se puede observar que ambos crecimientos se han dado proporcionalmente, aumentando tanto el consumo de energía como la población mundial.

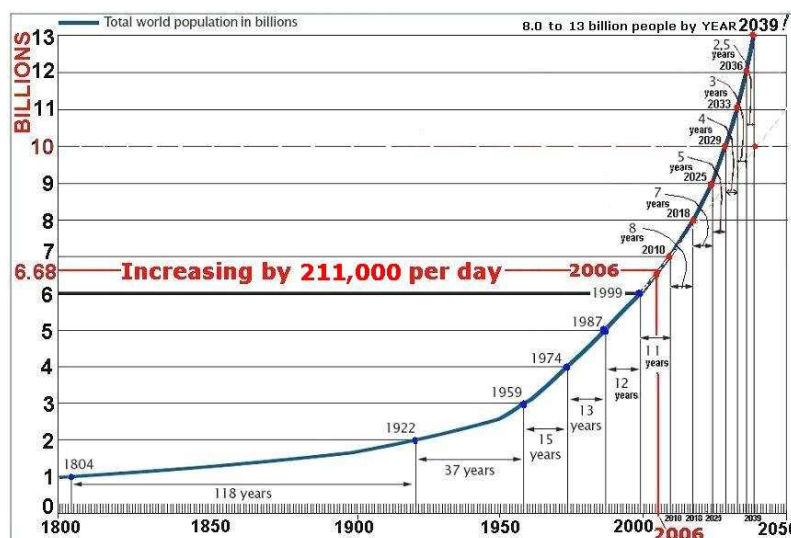


Fig. 1. Crecimiento de la población mundial

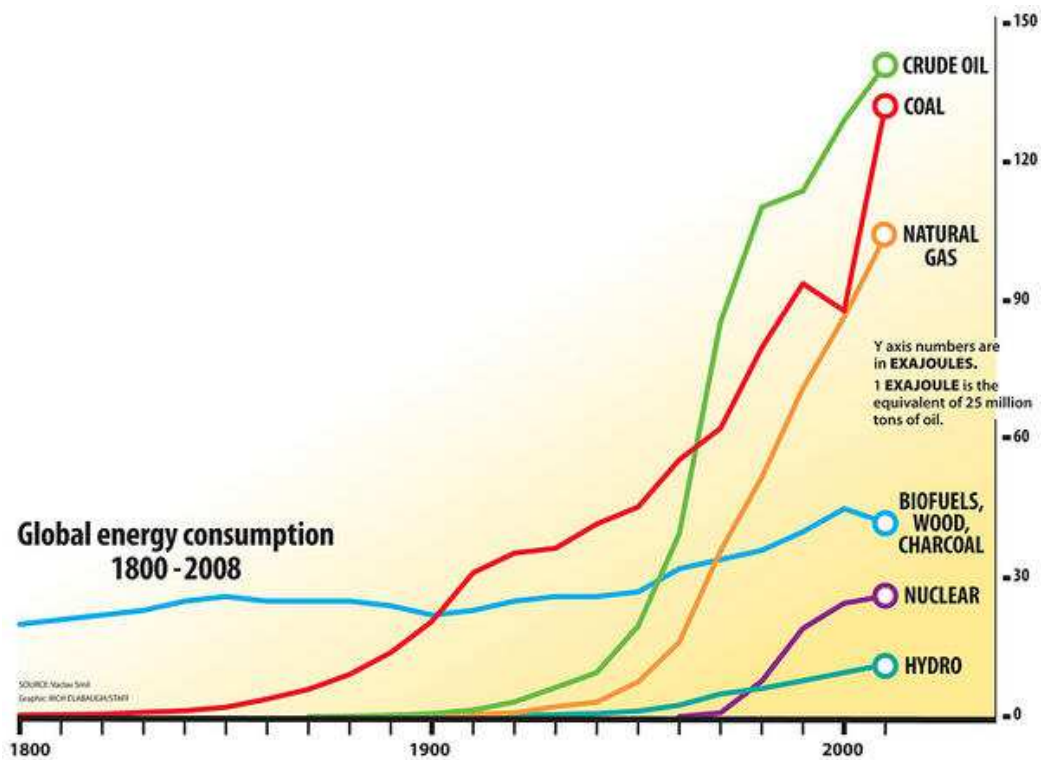


Fig. 2. Consumo global de energía

Este crecimiento del consumo de las energías, especialmente de las fósiles, está provocando una disminución en la disponibilidad de estos recursos que, aunque en un futuro próximo tienen un agotamiento programado, no parece lógico debilitar un recurso extinguido, además teniendo en cuenta la amplia variedad de energías renovables a nuestra disposición.

Otro aspecto a tener en cuenta es el daño ambiental que provoca el consumo de estas energías.

La atmósfera de la Tierra está compuesta por nitrógeno y oxígeno y una pequeña parte de gases llamados "de efecto invernadero". Estos últimos son los que hacen posible la vida en la Tierra, ya que retienen la radiación infrarroja solar reflejada por la tierra, sin ellos la temperatura de la Tierra sería mucho más baja y no sería posible la vida en la Tierra.

La quema de combustibles fósiles así como otros muchos procesos consecuencia de la industrialización y de las actividades humanas está provocando una importante emisión de gases invernaderos (dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF₆)) a la atmósfera, que está provocando una mayor concentración de los mismos, lo que ocasiona que la energía del sol quede atrapada por los gases y no se refleje al espacio.

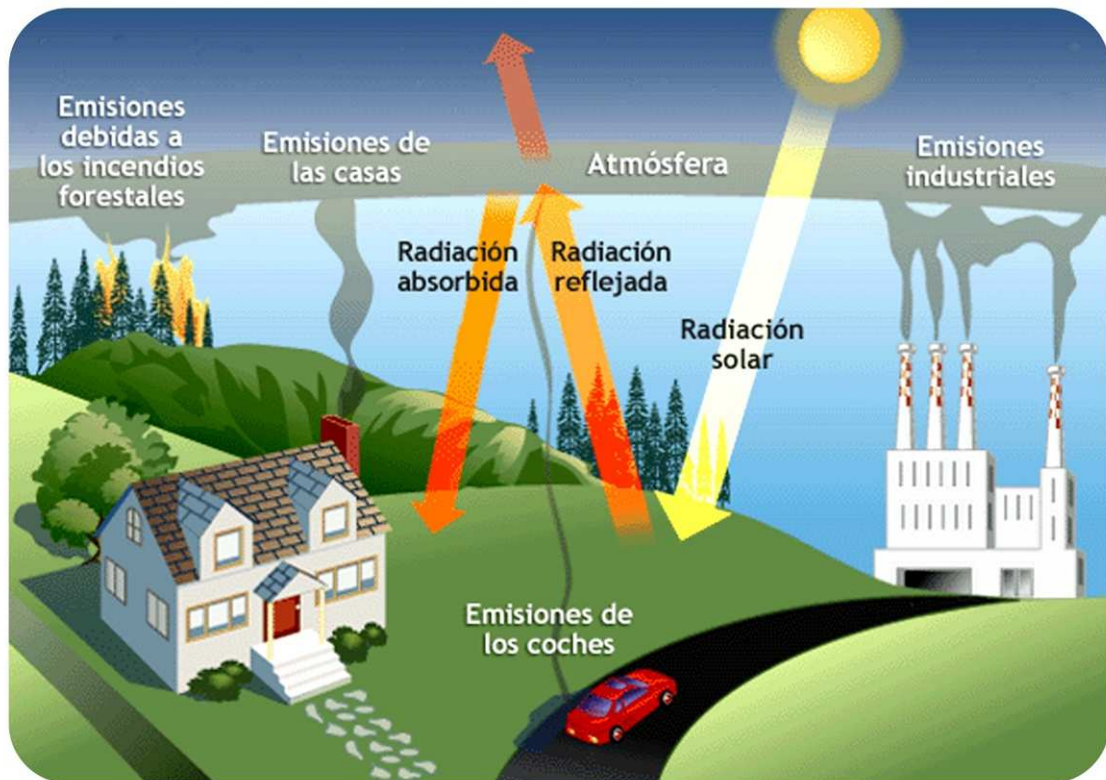


Fig. 3. Efecto Invernadero

Es previsible un aumento de la temperatura de la superficie terrestre, así como otros múltiples efectos aunque de difícil previsión al ser un fenómeno tan complejo. A pesar de ello, lo más lógico es reducir la emisión de gases, utilizando energías renovables y aumentando el rendimiento de la energía.

En 1997, se firmó el Protocolo de Kioto cuyo objetivo es disminuir las emisiones de los gases de invernadero, para ello cada país tiene unos objetivos que cumplir. Antes de 2012 la Comunidad Económica Europea debería disminuir un 8% respecto a 1990, asignándole a cada país una tasa.

La tasa española se debería reducir un 15% antes de esta fecha. Según los datos obtenidos del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España e Información Adicional, emitido por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino en Abril de 2011, las emisiones totales en 2009 se sitúan en un 26,8% por encima del año base, de las cuales en torno al 80% son de dióxido de carbono, el 17% son de la suma de metano y óxido nitroso y un 3% restante a la suma al Hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.

Analizando estos datos, podemos concienciarnos que queda mucho trabajo por hacer si queremos reducir las emisiones de gases de invernadero, y en especial las de dióxido de carbono, por ser las más numerosas.

Por ello, en el presente proyecto se va a estudiar una vivienda unifamiliar, sin ningún tipo de medidas para el ahorro energético y se van a proponer una serie de mejoras para reducir el consumo energético, asegurándonos así una disminución en emisiones de gases a la atmósfera y un ahorro económico, sin modificar el confort final.

1. INTRODUCCIÓN

1.2 OBJETIVOS.

Los objetivos de este Proyecto Final de Grado son:

- Cuantificar la demanda energética de una vivienda existente
- Proponer mejoras de eficiencia energética.
- Calificar y certificar las soluciones adoptadas.
- Estudiar la viabilidad económica y constructiva de las soluciones.

1.3 MARCO NORMATIVO

1.3.1 Antecedentes normativos de la eficiencia energética.

A partir de los años 80, se produjo un cambio en la normativa relacionada con la eficiencia energética en la edificación. En el siguiente listado se muestra una breve relación de la normativa más relevante de dicha evolución.

1979: NBE-CT79. Es la primera normativa en España que exige un mínimo de aislamiento en los edificios. Solo trata el tema del aislamiento, dejando de lado temas como inercia térmica, protecciones solares... Está inspirada en otras normativas europeas.

1980: RICCA. (*Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS*). Primera Normativa de regulación de las instalaciones térmicas de los edificios. Define las condiciones que deben cumplir las instalaciones que consumen energía con fines térmicos no industriales para conseguir un uso racional de la misma, teniendo en cuenta la calidad y seguridad de las mismas y la protección del medio ambiente. (RD 1618/1980) [2]

1993: Directiva SAVE 76/93. Primera Directiva Europea que propuso la certificación energética de viviendas como medida de información al usuario y promoción de viviendas eficientes. Debido a la ambigüedad de la propia redacción de la normativa, no tuvo mucho éxito.

1998: RITE (*Reglamento Instalaciones Térmicas de Edificios*). El texto recogido en el Real Decreto 1751/1998 deroga a RICCA.

1998: nace el primer software **Calener**, basado en la *Directiva SAVE 76/93*

2002: Directiva 2002/91/CE, DEEE (*Directiva de Eficiencia Energética en Edificios*). Esta Directiva tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en los edificios de la Comunidad teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia. [3]

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.

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

1. El establecimiento del Código Técnico de la Edificación, el que incluye unas exigencias básicas de ahorro de energía en los edificios.
2. El desarrollo de un sistema de Certificación Energética de los edificios.
3. La revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, para establecer una metodología para la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado.

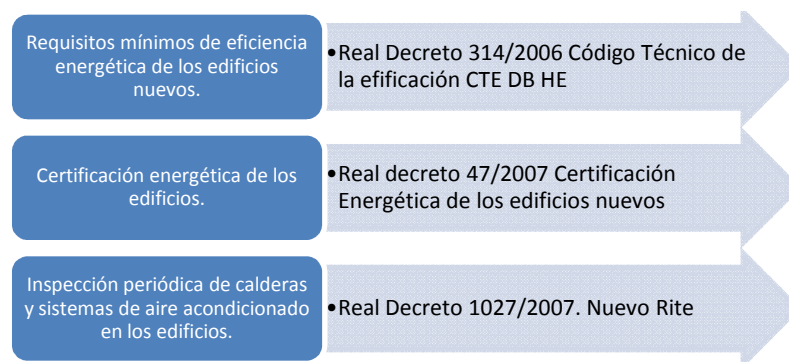


Fig. 4. Mecanismos de aplicación en normativa española, de los requisitos de la Directiva 2002/91/CEE

1.3.2 Marco Normativo Actual

Durante los últimos años están surgiendo numerosas normativas que están endureciendo de la reglamentación de la eficiencia energética. Las más importantes son las siguientes:

2006: CTE. (Código Técnico de la Edificación). El CTE es un instrumento normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones. Se divide en dos partes. En la primera se establecen las disposiciones de carácter general y las exigencias que deben cumplirlos edificios. La segunda consta de una serie de Documentos Básicos, donde se indican procedimientos, reglas técnicas... cuya aplicación garantiza el cumplimiento de las exigencias básicas. Como complemento para la aplicación del CTE se crean los documentos reconocidos, que son documentos técnicos externos e independientes del CTE cuya utilización facilita el cumplimiento de determinadas exigencias y contribuyen al fomento de la calidad de la edificación.

1. INTRODUCCIÓN

Las exigencias básicas indicadas en la Parte I referentes a ahorro energético quedan reflejadas en el artículo 15. Son las siguientes:

1. El objetivo del requisito básico ahorro de Energía, consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan estas exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El documento Básico “DB HE Ahorro de Energía” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los valores mínimos de la calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Se fijan cinco exigencias básicas.

Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Fija los mínimos normativos en cuanto a aislamiento, protección solar de los huecos, prevención de condensaciones y estanqueidad de ventanas

Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Queda desarrollado en el RITE

Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Promueve el aprovechamiento de la luz natural, exigiendo factores de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación artificial. Propone un plan de mantenimiento para las luminarias.

Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

Exige un porcentaje de aportación de agua caliente de origen solar dependiendo de la zona climática en la que se encuentre, el uso al que está destinado el edificio y el tipo de combustible que lo constituya.

Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Exige, según el uso del edificio, incorporar una instalación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.

2006: nace el primer software **LIDER** (*Limitación de la Demanda Energética*), creado para satisfacer los requisitos del CTE. Permite analizar los efectos del aislamiento, la inercia térmica y la radiación incidente en los huecos del edificio, verificando el cumplimiento de dichos requisitos mínimos.

2007: **Real Decreto 1027/2007 RITE**. (*Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios*). El nuevo RITE deroga al anterior de 1998. Con este reglamento se incluyen y refuerzan aspectos de la

eficiencia energética de las instalaciones, así como la inspección y mantenimiento de calderas y sistemas de aire acondicionado.

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE, se concretan en:

- Mayor Rendimiento Energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
- Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

2007: Real Decreto 47/2007. Certificación Energética de los edificios. Este Real Decreto, establece el formato de la etiqueta que expresa la eficiencia energética de los edificios, y el procedimiento para su obtención.

Se trata de una normativa que obliga desde el 1 de noviembre de 2007, a certificar la eficiencia energética de los edificios de nueva planta y grandes reformas. A partir de este momento es obligatorio poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un Certificado de Eficiencia Energética. En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Por otro lado, el RD 47/2007 establece el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

2010: Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios. Tiene como objeto fomentar la eficiencia energética de los edificios situados en la Unión, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos coste-eficacia. [3]

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco común general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios o de unidades del edificio;
- La aplicación de requisitos mínimos a la eficiencia energética de:
 - o Los edificios nuevos o de nuevas unidades del edificio.

1. INTRODUCCIÓN

- Edificios y unidades y elementos de edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
 - Elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio.
 - Instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren.
- Los planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.
 - La certificación energética de los edificios o de unidades del edificio.
 - La inspección periódica de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de edificios.
 - Los sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección.

1.4 CONCEPTOS BÁSICOS

1.4.1 Características térmicas de los materiales de construcción

La conductividad térmica de un material es una característica intrínseca del mismo que indica su comportamiento frente a la transmisión de calor. (Solé, J 2007) [5]

Se define como:

$$\lambda = \frac{\phi \cdot e}{S \cdot \Delta T}$$

Siendo:

Φ = Cantidad de calor que atraviesa un material

e= espesor

S= Superficie

ΔT = Diferencia de temperatura entre sus caras

Con este dato es imposible caracterizar un material, ya que no siempre tiene un espesor unitario de 1m. Por ello necesitamos el concepto de Resistencia Térmica

Su unidad son los W / mK.

El valor de la conductividad térmica de los materiales utilizados en obra debe ser facilitado por el fabricante o suministrador en su caso, de los materiales

Como ejemplo algunos valores de conductividad térmica utilizados en es presente proyecto son:

| MATERIAL | λ (W/m · K) |
|------------------------------------|------------------------|
| Aplacado de piedra caliza | 1,1 |
| Bloque hueco hormigón e= 20 cm | 0,923 |
| XPS Expandido | 0,34 |
| Tabicón de LH doble | 0,432 |
| Enlucido de yeso | 0,57 |
| Mortero de cemento | 0,55 |
| Bloque cerámico e= 19 cm | 0,306 |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 1 |
| Betún fieltro o lámina | 0,23 |
| Hormigón aligerado | 0,27 |
| Arena y grava | 2 |
| Forjado unidir. Bovedilla hormigón | 1,128 |
| Forjado unidir. Bovedilla EPS | 0,256 |
| Hormigón armado | 2,3 |

Tabla 1. Conductividad térmica de los materiales utilizados en el proyecto

Resistencia Térmica (Rt)

La Resistencia Térmica de un material cuantifica la dificultad que ofrece el paso del calor por el mismo Su unidad es (m²· K /W). Se obtiene:

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

Siendo:

e= espesor

λ = Conductividad Térmica

Algunos ejemplos de valores de Resistencia térmica utilizados en el presente proyecto son:

| MATERIAL | λ (W/m · K) | e (m) | Rt (m ² · K /W) |
|--------------------------------|------------------------|----------|-------------------------------|
| Aplacado de piedra caliza | 1,1 | 0,02 | 0,018 |
| Mortero de cemento | 0,4 | 0,02 | 0,050 |
| Bloque hueco hormigón e= 20 cm | 0,923 | 0,2 | 0,217 |
| XPS Expandido | 0,34 | 0,4 | 1,176 |
| Tabicón de LH doble | 0,432 | 0,07 | 0,162 |
| Enlucido de yeso | 0,57 | 0,015 | 0,026 |
| Bloque cerámico e= 19 cm | 0,306 | 0,19 | 0,621 |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 1 | 0,03 | 0,030 |
| Hormigón aligerado | 0,27 | 0,1 | 0,370 |
| Hormigón armado | 2,3 | 0,2 | 0,087 |

Tabla 2. Resistencia de alguno de los materiales utilizados en el proyecto

1.4.2 Características Térmicas de los elementos constructivos

La transmitancia térmica indica la cantidad de calor que atraviesa un elemento constructivo homogéneo (sin discontinuidades ni puentes térmicos) de superficie unitaria cuando la diferencia de temperatura entre sus caras es también unitaria. Se denomina mediante el símbolo U y se expresa en $W/m^2 \cdot K$. (Solé, J 2007) [5].

Algunos ejemplos de los coeficientes de transmitancia térmica utilizados es el presente proyecto son:

| | U (W/m^2K) |
|----------------------|----------------|
| Fachada principal | 0,59 |
| Fachada posterior | 0,42 |
| Cerramiento a patio | 0,6 |
| Medianera | 0,52 |
| Medianera zona nueva | 0,43 |
| Forjado | 1,81 |
| Forjado zona nueva | 0,68 |
| Cubierta plana | 0,82 |
| Cubierta inclinada | 0,49 |

Tabla 3. Coeficiente de transmitancia térmica de alguno de los materiales utilizados en el proyecto

Se define factor solar de un cerramiento como la cantidad de energía solar transmitida al interior, tanto la directamente transmitida como por la transparencia del vidrio como la reenviada hacia el interior del edificio por el hecho de haber aumentado la temperatura del vidrio por radiación, en relación a la energía solar incidente. (Solé, J 2007) [5]

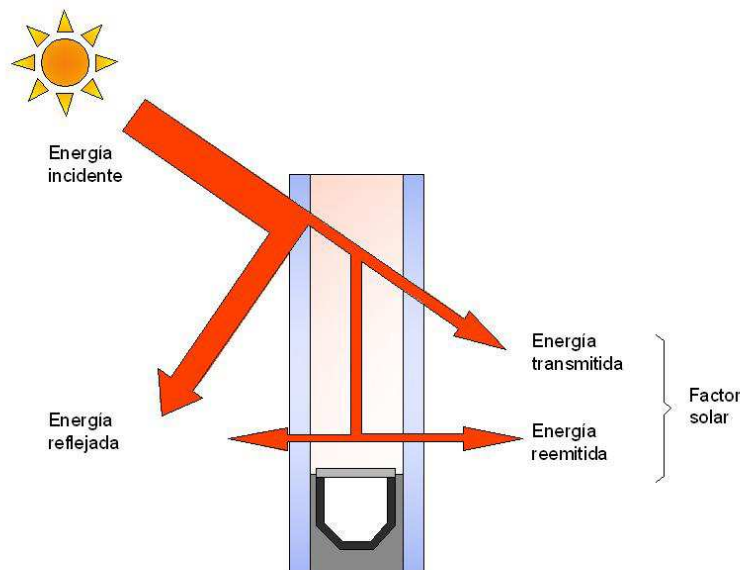


Fig. 5. Factor solar

El factor solar es un parámetro adimensional, que debe ser proporcionado por el suministrador.

Se considera puente térmico las zonas de la envolvente térmica en la que produce una disminución de la resistencia térmica respecto al elemento. Se producen normalmente por penetraciones de un elemento constructivo respecto a otro, cambio de espesor o material del cerramiento, etc. En estos puntos aumenta la posibilidad de aparición de condensaciones, tanto superficiales como intersticiales, sobretodo en épocas frías.

Según dice Azqueta P.E. en el artículo “Las condensaciones de humedad en la construcción” de la revista vivienda nº 472, la condensación se produce, o bien por un incremento de la cantidad de vapor de agua del ambiente sin modificación significativa de la temperatura del aire (esto genera un aumento de la Humedad Relativa, comenzando la condensación al alcanzarse la Presión de Vapor de Saturación), o por un descenso de la temperatura, aún sin variar el contenido de vapor de agua en el aire (lo que producirá de igual modo un aumento de la Humedad Relativa, iniciándose la condensación al alcanzarse la temperatura de rocío).

Como conceptos básicos, la Presión de Vapor es la presión parcial que ejerce el vapor de agua contenida en el aire, la Presión de Saturación es la presión parcial ejercida por la máxima proporción de vapor de agua que puede existir en el aire húmedo, y la temperatura de rocío es a la cual el vapor de agua condensa si se enfría el aire sin cambiar la presión ni el grado de humedad.

Si la condensación se produce en la superficie interior de un cerramiento se la llama condensación superficial y si ocurre dentro de aquel se la denomina condensación intersticial.

El vapor de agua producido en el interior de un local aumenta la presión de vapor del aire ambiente, esto provoca una diferencia de presión entre el ambiente interno y externo, fenómeno por el cual se produce una difusión de vapor entre los dos ambientes. Si esta presión de vapor interior es superior a la presión de saturación se producirán condensaciones superficiales. Si durante la difusión de vapor en algún punto del interior del cerramiento, la presión de vapor es superior a la de saturación, o dicho de otro modo la temperatura del punto es inferior a la de rocío, se producirán condensaciones intersticiales.

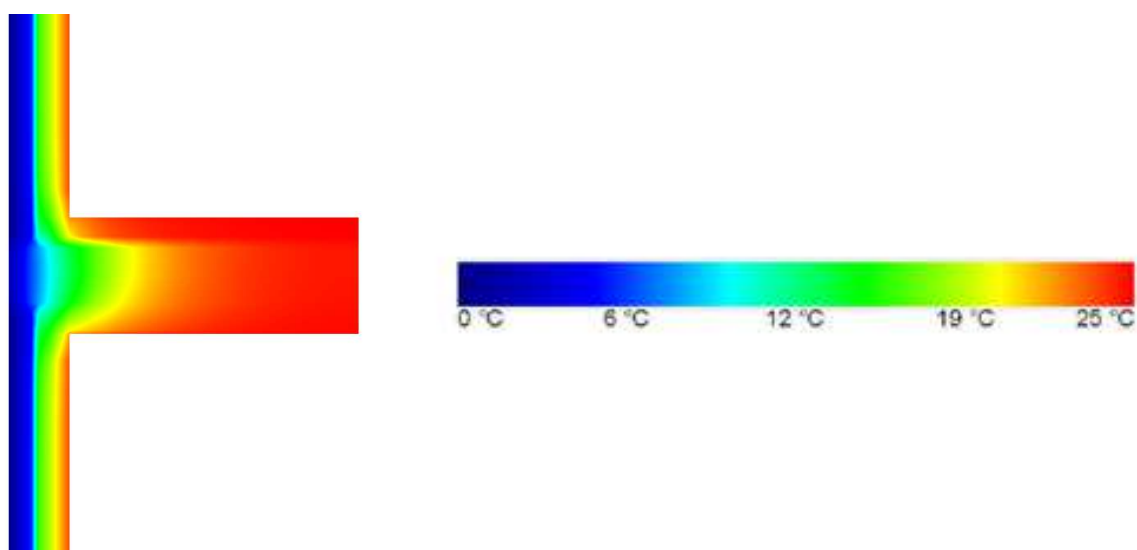


Fig. 6. Imagen termográfica puente térmico

1.4.3 Demanda energética de los edificios.

La demanda energética de un edificio es la suma de las siguientes componentes:

- Transmisión térmica
- Captación solar
- Ventilación e infiltración de aire
- Aportaciones o generación interna de calor

A continuación vamos a desarrollar los cuatro conceptos por separado

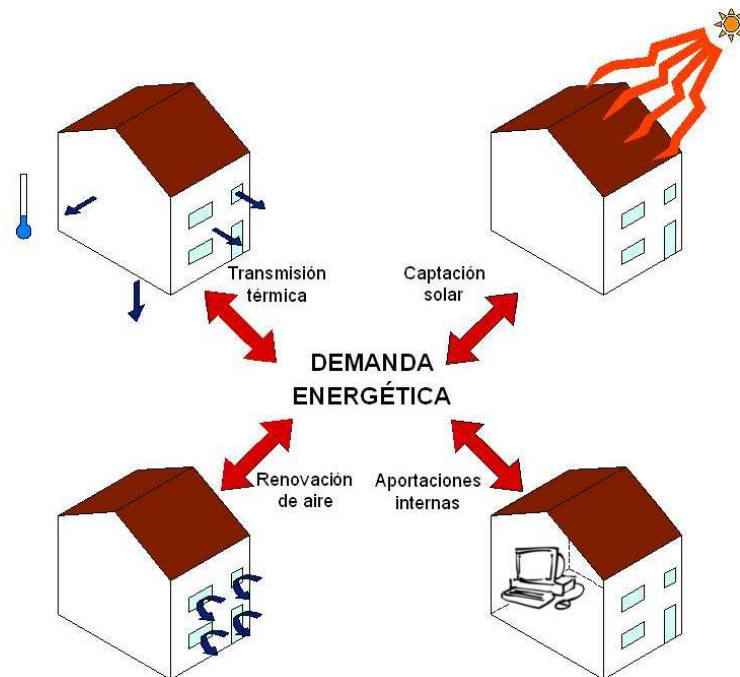


Fig. 7. Demanda Energética

a) Transmitancia térmica es la cantidad de calor que el edificio intercambia con el ambiente a través de sus diferentes componentes, debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior

Este intercambio se puede dar tanto en huecos como en cerramientos y entre el interior y el exterior ó entre el interior y un local no habitable, en contacto con el terreno...

El flujo de calor va siempre desde la parte más cálida a las más fría, por lo que en verano tendremos ganancias de calor al estar el exterior a mayor temperatura que el interior y en invierno pérdidas de calor, por estar el interior a mayor temperatura que el exterior.

Por esto, debemos conseguir que nuestros cerramientos y huecos tengan la menor transmitancia posible, para poder limitar este flujo de calor

b) La captación solar es la cantidad de energía recogida por el edificio procedente de la radiación solar. Esta captación solar se produce mayoritariamente por los huecos, provocando un incremento de temperatura en el interior del edificio.

Este incremento de temperatura es beneficioso durante el invierno, ya que es un sistema de calefacción gratuito, pero sin embargo durante el verano provoca un sobrecalentamiento del edificio. Para combatirlo, lo más eficaz son sistemas de sombreado móviles que eviten la entrada de energía solar durante el verano y sin embargo si permitan la entrada durante el invierno.

c) Ventilación e infiltración de aire. Para poder mantener las condiciones de salubridad dentro de un edificio es imprescindible ventilar, bien a través de ventilación natural, bien a través de sistemas híbridos o mecánicos. Esto provoca un aumento de la demanda energética del edificio, ya que todo el aire que introducimos en él nos varía las condiciones térmicas del interior, por lo tanto tendremos que acondicionar para conseguir las condiciones deseadas.

Los defectos de estanqueidad de la envolvente del edificio, los defectos de ejecución, la mala calidad de las carpinterías, o las rejillas necesarias para la ventilación, provocan una constante infiltración de aire desde el exterior al interior, que al igual que en la ventilación provoca un cambio en las condiciones de confort del interior del edificio.

La única solución es limitar la cantidad de infiltración de aire, regulada en el CTE DB HE1, ya que no podemos reducir los valores de ventilación mínimos establecidos en el CTE DB HS.

d) Aportaciones Internas. Hay diversos factores como la ocupación, la iluminación, maquinarias... que generan una cierta cantidad de calor que contribuye a reducir la demanda energética en época de invierno, sin embargo en época de verano, esto genera un sobrecalentamiento que puede aumentar la demanda energética si queremos refrigerar la estancia.

1.5 BIOMASA

1.5.1 Generalidades de la biomasa

Según se encuentra en el libro “Energías Renovables” de Creus Solé, Antonio, la biomasa es el conjunto de materia biológicamente renovable (madera, celulosa, carbón vegetal, etc.) cuya energía procede del Sol y que puede obtenerse en estado líquido mediante la fermentación de azúcares, o gaseoso a través de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica. El proceso de aprovechamiento de la energía de biomasa puede ser tan simple como cortar árboles y quemarlos, o tan complejo como utilizar caña de azúcar u otros cultivos y convertir sus azúcares en combustibles líquidos.

1. INTRODUCCIÓN

La biomasa es toda forma que almacena energía solar, en la naturaleza (plantas terrestres y acuáticas) o en residuos de materias o animales (agricultura o estiércol). Es materia orgánica, formada por hidratos de carbono y compuestos de carbono, hidrógenos y oxígeno, producida en áreas de la superficie terrestre por organismos específicos. Tiene la propiedad de ser utilizada como combustible y permite obtener calor y electricidad por un lado y combustibles líquidos por otro (biocarburantes), proporcionando bioenergía.

El crecimiento continuo de las plantas en el planeta excede con frecuencia las necesidades primarias energéticas de los humanos. Aunque solamente puede utilizarse en forma real una parte de biomasa creciente, todavía permanece una gran cantidad disponible y adecuada para su explotación. Los recursos de biomasa incluyen materias primas de la agricultura, la silvicultura y sus industrias relacionadas, así como de desperdicios de otras actividades.

La biomasa constituye un factor de reducción de las emisiones mundiales de dióxido de carbono al ser utilizada para calefacción, y al ser transformada en biocarburantes, que el proceso de su combustión no afecta al aporte de CO₂ al ambiente, puesto que las plantas y los árboles al crecer captaron este gas de la atmósfera y ahora al quemarse lo liberan a la misma. La combustión de madera emite menos cantidad de SO₂ a la atmósfera que el carbón y contribuye a una mejora en la lluvia ácida.

En el siglo XXI la biomasa promete convertirse en una de las fuentes de energía más importante. En la siguiente tabla aparecen las distintas fuentes de biomasa:

En la siguiente tabla aparecen los distintos tipos de biomasa, según la UNE – CEN/TS 14961 EX:

| Tipo de biomasa | Origen |
|--------------------------------------|---|
| Leñosa (Tipo 1) | Árboles y arbustos |
| Herbácea (Tipo 2) | Plantas de tallo no leñoso que mueren al final de su temporada de crecimiento |
| De frutos (Tipo 3) | Partes de plantas que contienen semillas. |
| Mezclas, intencionadas o no (Tipo 2) | Diversos orígenes |

En la Guía Técnica “Instalaciones de biomasa térmica en edificios” publicada por el Instituto para la diversificación y el Ahorro de Energía podemos encontrar las formas de comercialización más comunes de los distintos tipos de biomasa. Algunas de ellas son las siguientes:

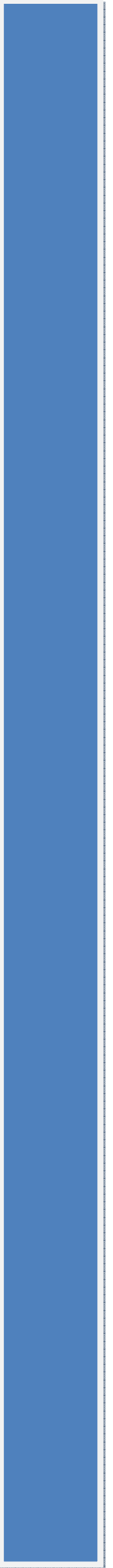
| Biocombustible | Tamaño típico de partícula | Método de producción |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Pellets | Diámetro < 25 mm | Compresión mecánica |
| Astillas (Clase 1) | Dimensión mayor ≤ 31,5 mm | Corte con herramientas afiladas |
| Astillas (Clase 2) | Dimensión mayor ≤ 63 mm | Corte con herramientas afiladas |
| Huesos de aceituna triturado | Dimensión mayor 3 – 5 mm | Molienda |
| Huesos de aceituna | Dimensión mayor 12 - 15 mm | Extracción de la aceituna de mesa |
| Leña | Longitud 100 – 1000 mm | Corte con herramientas afiladas |
| Briquetas | Diámetro > 25mm | Compresión mecánica |

Cabe destacar que la biomasa también cuenta con algunos inconvenientes, como es la necesidad de una mayor cantidad de biocombustible que de combustible fósil para conseguir la misma cantidad de energía, lo que hace necesario mayor espacio para su almacenamiento. Además, los rendimientos de las calderas de biomasa son algo inferiores a los rendimientos de las calderas que utilizan combustibles fósiles y sus sistemas de alimentación y eliminación de cenizas son más complejos.

No obstante los beneficios que aporta al medio ambiente superan con creces a los inconvenientes generados, y aunque no es la solución a los problemas energéticos y ambientales, son un medio por el cual se puede llevar a cabo la transición energética de una economía sustentada en los combustibles fósiles a una economía mundial basada en fuentes de energía renovable.

CAPITULO 2

DESCRIPCION DE LA VIVIENDA



2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1.1 Emplazamiento y situación

La vivienda unifamiliar objeto de estudio está situada en la calle Mayor nº 45 del Municipio de Peñas de San Pedro, Albacete.



Fig. 8. Ubicación vivienda en Peñas de San Pedro

La parcela tiene una forma rectangular, con una profundidad media de 43m y una anchura media de 9m. Tiene una superficie total aproximada de 364 m². La orografía de la parcela es inclinada, estando la parte posterior elevada 3m aproximadamente sobre la principal. Cuenta con todos los servicios urbanísticos; agua potable, energía eléctrica, red de alcantarillado, pavimentación, encintado de aceras y alumbrado público.

2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

La vivienda está situada entre medianeras y ocupa 211 m², un 57% de la superficie total. La fachada principal, está situada en la calle Mayor nº 45 y tiene 8,20 m de longitud y la posterior en calle Tejera, nº 2, de 10m de longitud.

La fachada principal está orientada a nor-este, mientras que la posterior a sur-oeste



Fig. 9. Parcela

2.1.2 Descripción general del edificio.

El edificio está ubicado entre medianeras y se desarrolla en dos plantas. En planta baja se ubica parte de la vivienda y una zona de almacenes. En la planta primera se desarrolla exclusivamente la vivienda.



Fig. 10. Uso vivienda en plantas de distribución

En planta baja se ubica el portal de acceso, la entrada y el dormitorio 1 en la parte de la vivienda. En la parte de almacén se ubican dos garajes, tres almacenes, un trastero, un patio, una cocina, un distribuidor y un aseo. En planta primera se dispone exclusivamente la vivienda, cuyo programa es el siguiente: distribuidor, salón- comedor, cocina, cuarto lavadora, estudio, dos baños, y tres dormitorios.

En el presente proyecto solo se va a estudiar la parte de vivienda. En la siguiente figura se indica la parte correspondiente a uso vivienda:

Las superficies de la vivienda son las siguientes:

| SUPERFICIES | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------------|
| | UTIL(m ²) | CONSTRUIDA(m ²) |
| PLANTA BAJA | 27,9 | 34,58 |
| PLANTA PRIMERA | 139,68 | 189,33 |
| TOTAL | 167,58 | 223,91 |

Tabla 4. Cuadro de superficies útiles y construidas

| PLANTA BAJA | | (m ²) |
|----------------------|--|-------------------|
| Porche | | 3,92 |
| Entrada | | 3,41 |
| Dormitorio 1 | | 15,84 |
| Escalera | | 4,73 |
| TOTAL | | 27,9 |
| PLANTA PRIMERA | | |
| Distribuidor | | 5,84 |
| Pasillo | | 15,03 |
| Salón Comedor | | 31,59 |
| Cocina | | 13,67 |
| Cuarto Lavadora | | 9,11 |
| Estudio | | 8,62 |
| Baño 1 | | 5,57 |
| Dormitorio 2 | | 10,36 |
| Dormitorio Principal | | 19,12 |
| Baño 2 | | 5,62 |
| Dormitorio 3 | | 15,15 |
| Terraza 1 | | 3,57 |
| Terraza 2 | | 4,75 |
| TOTAL | | 139,68 |

Tabla 5. Cuadro de superficies útiles por dependencia.

2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

La vivienda fue reformada en 2004 ampliando la superficie. En la reforma se utilizaron sistemas constructivos similares (ver memoria constructiva) a los existentes en la vivienda original. La zona ampliada es la siguiente:

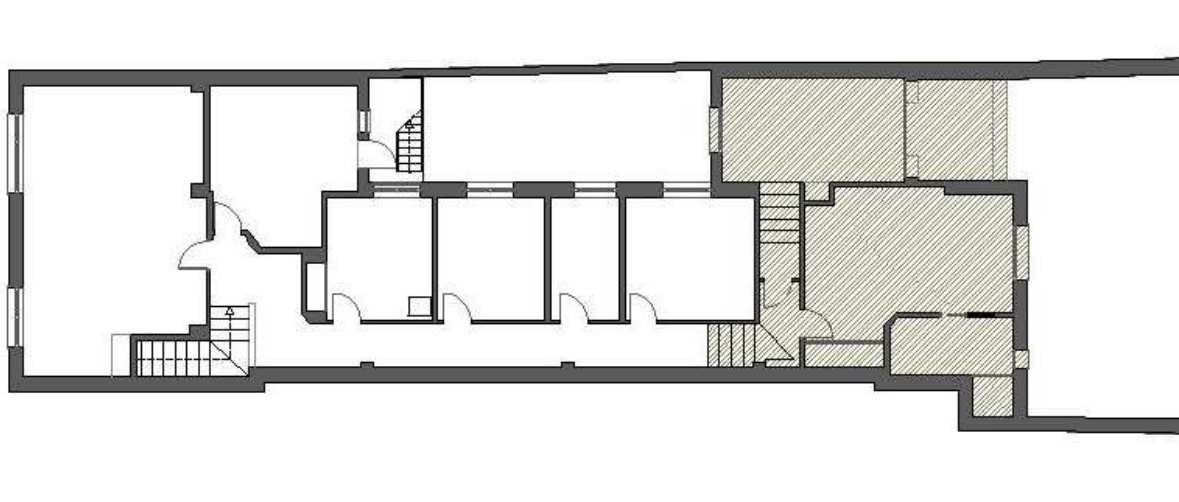


Fig. 11. Parte ampliada

2.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.2.1 Cimentación

La cimentación está resuelta mediante zapatas aisladas de 1m x 1m x 0.6 cm para los pilares, y zapata corrida para los muros de carga.

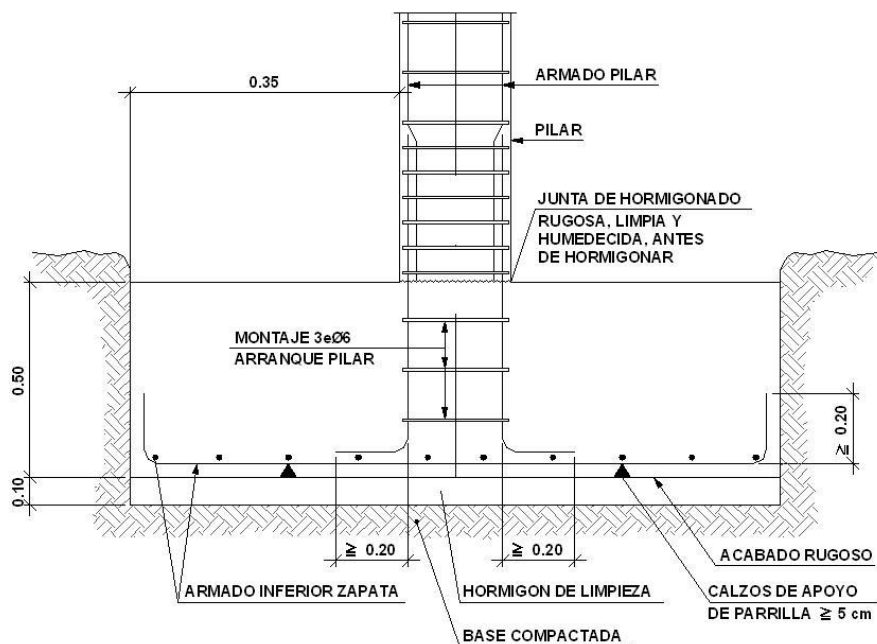


Fig. 12. Detalle zapata aislada

2.2.2 Estructura

La estructura de la vivienda original está resuelta con pórticos de hormigón armado sobre los que apoyan forjados unidireccionales de viguetas semirresistentes de hormigón pretensado, aligerados con bovedillas de hormigón, de canto total 25+4 cm, con distancia entre ejes de 70 cm y mallazo 20x20x5 cm.

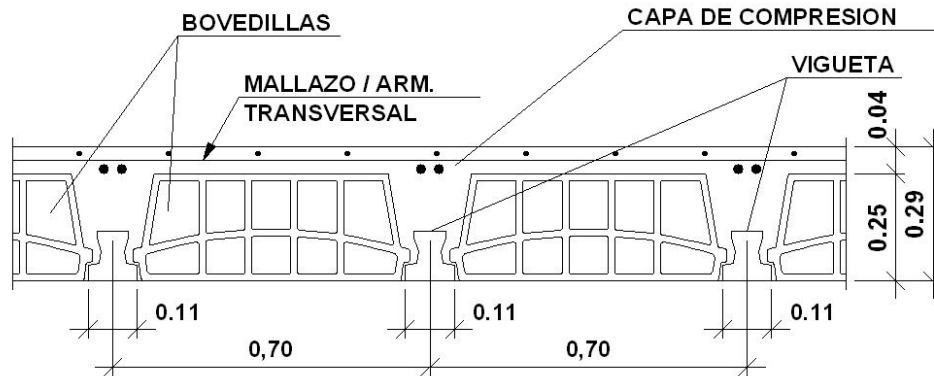


Fig. 13. Sección tipo forjado

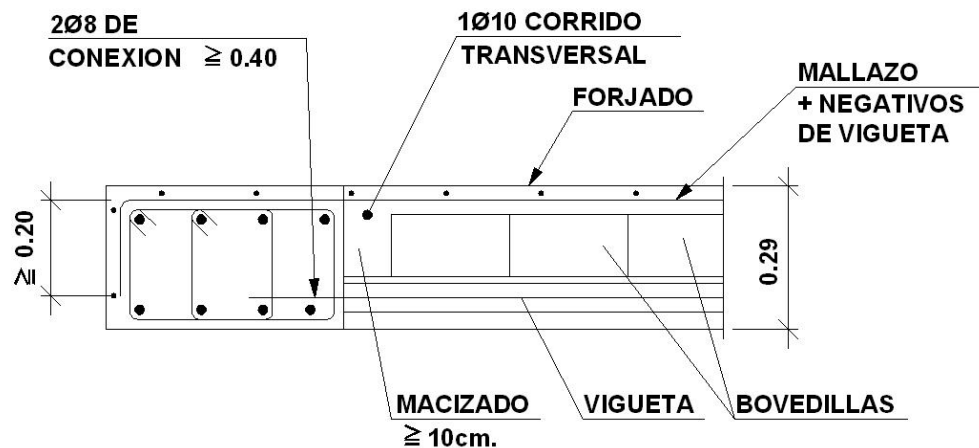


Fig. 14. Detalle viga plana en extremo de vano

La ampliación está resuelta del mismo modo, salvo por el tipo de bovedilla, que en este caso es de poliestireno.

Las escaleras se resuelven con losas inclinadas de hormigón armado de 15 cm de canto, incluso peldaño de hormigón.

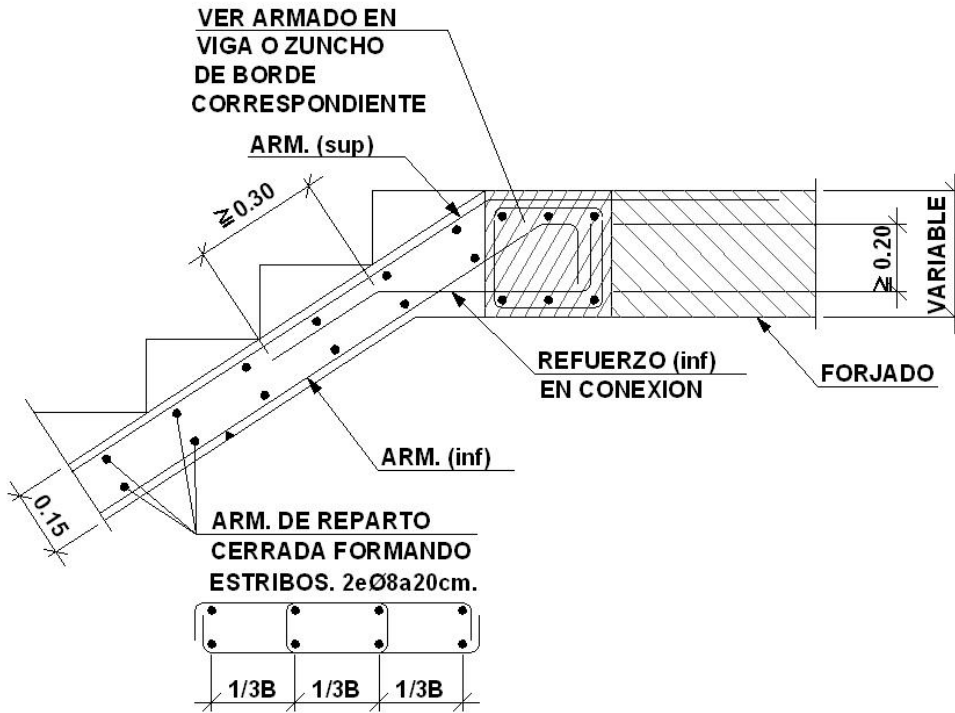


Fig. 15. Detalle losa de escalera

2.2.3 Cerramientos

Los cerramientos exteriores de la zona sin reformar están compuestos por: bloques de hormigón de 20 cm, cámara de aire, aislamiento de poliestireno expandido de 3cm, tabique de ladrillo hueco doble de 7cm y enlucido de yeso de 2cm.

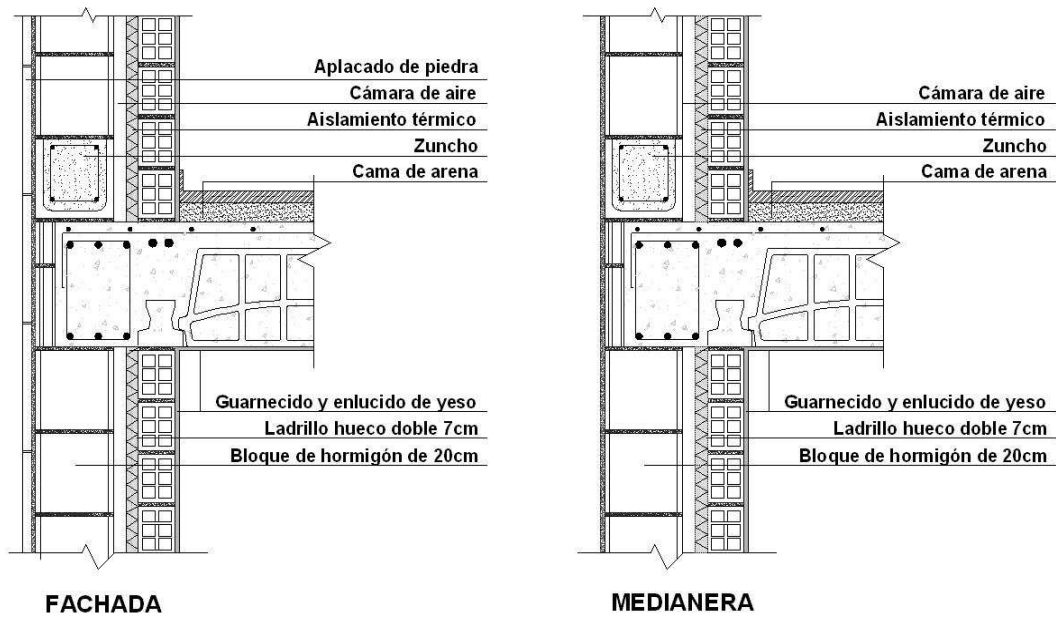


Fig. 16. Encuentro fachada y medianera con forjado

La fachada está revestida por un aplacado de piedra artificial de 2cm de espesor tomada con mortero de cemento.

Los cerramientos exteriores de la zona reformada están compuestos por bloques cerámicos de 19 cm, cámara de aire, aislamiento de poliestireno expandido de 4cm, tabique de ladrillo hueco doble de 7cm y enlucido de yeso de 2cm. La fachada posterior está revestida por un enfoscado de mortero, y pintado con pintura plástica.

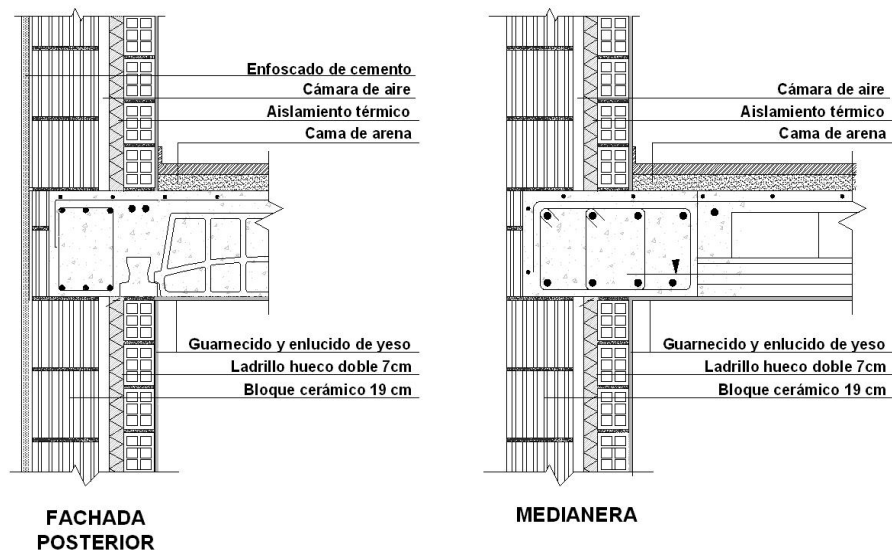


Fig. 17. Encuentro fachada posterior y medianera con forjado zona reformada

Para realizar las particiones interiores y el forrado de armarios se ha utilizado un ladrillo cerámico simple de 24x12x4 cm recibido con mortero de cemento.

2.2.4 Cubierta.

Existen tres tipos de cubiertas en el edificio: Tipo 1. Cubierta inclinada apoyada en forjado mediante tabiques palomeros; Tipo 2. Cubierta inclinada apoyada mediante viguetas pretensadas; Tipo 3. Cubierta plana transitable.

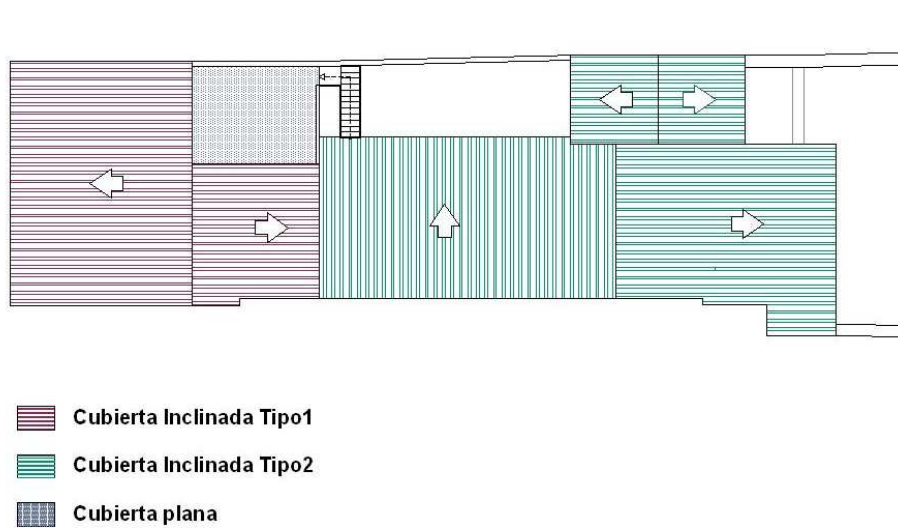


Fig. 18. Esquema tipos de cubiertas

2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

La cubierta inclinada tipo 1 está compuesta por una fábrica de tabiques palomeros, realizada con ladrillo cerámico doble de 24x12x7 cm, tablero de bardos de 70x25x3.5 cm, capa de compresión de 2cm de espesor, mortero de agarre y teja cerámica curva. Entre los tabiques, colocada sobre el forjado hay una manta de lana mineral de 4cm de espesor.

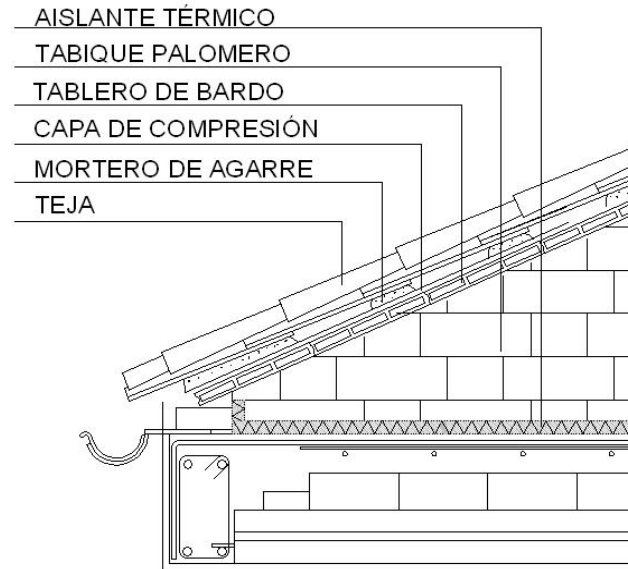


Fig. 19. Detalle cubierta inclinada apoyada mediante tabiques palomeros

La cubierta inclinada tipo 2 está compuesta viguetas pretensadas como sistema de apoyo, tablero de bardos de 70x25x3.5 cm, capa de compresión de 2cm de espesor, mortero de agarre y teja cerámica curva.

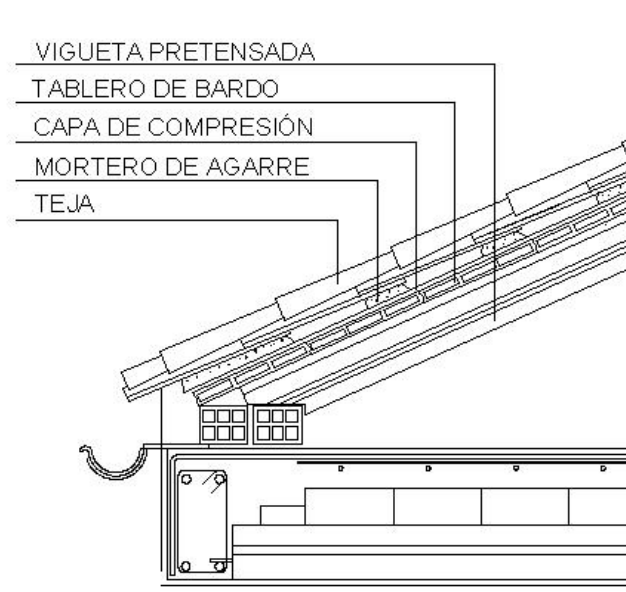


Fig. 20 Detalle cubierta inclinada apoyada mediante vigueta pretensada

La cubierta plana está compuesta por: una capa de imprimación sobre forjado, barrera de vapor, hormigón celular para formación de pendientes, mortero de regularización de 2cm de espesor, capa

geotextil separadora, lámina impermeabilizante, capa geotextil separadora, mortero de agarre y baldosín.

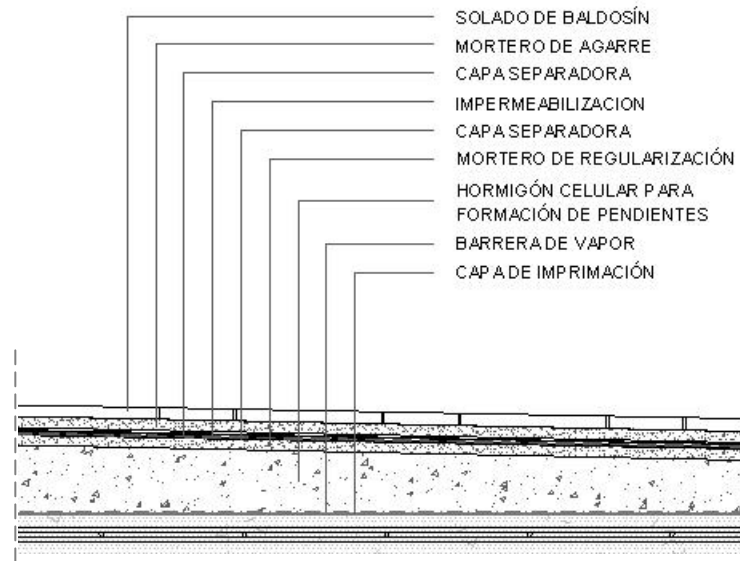


Fig. 21. Detalle cubierta plana

2.2.5 Carpintería exterior.

Hay dos tipos de carpintería exterior, la carpintería original y otra más nueva colocada durante la reforma

La carpintería original está compuesta por ventanas correderas de aluminio lacado y acristalamiento de tipo sencillo, de 4mm de espesor.

La carpintería colocada en la reforma son puertas y ventanas abatibles de aluminio lacado con rotura del puente térmico y el acristalamiento es de tipo Climalit 4+6+4 SGG (corrección del factor solar)

El oscurecimiento se realizara por medio de persianas de PVC.

Todas las ventanas que dan al exterior tienen rejería de aluminio lacado, con las características indicadas en la memoria de carpinterías.

La barandilla de la terraza 1, así como la de la escalera que sube a la terraza de cubierta, son también de aluminio lacado

2.2.6 Carpintería Interior

La carpintería interior de la vivienda está realizada con madera. Tiene las siguientes características:

2. DESCRIPCIÓN VIVIENDA OBJETO DE ESTUDIO

Puerta de acceso blindada, de acabado lacado, de dos hojas, una fija y una móvil, de dimensiones 0.80x2.10 y 0.45x2.10 respectivamente.

Las puertas de paso interior son de madera maciza de roble, de dimensiones y forma indicada en la memoria de carpintería, colocadas sobre premarco de pino.

Las puertas del armario empotrado del cuarto de lavar son de madera de contrachapado, con un acabado de pintura plástica. Las puertas del armario del dormitorio principal son de madera maciza de pino

2.2.7 Revestimientos

La fachada principal está revestida de piedra artificial de 2cm de espesor. La fachada posterior está revestida de mortero hidrófugo de 2cm de espesor, con un acabado de pintura plástica blanca.

La tabiquería interior está guarnecida y enlucida con yeso de 1,5 cm de espesor, con un acabado de pintura. Los baños y la cocina están alicatados con gres hasta falso techo. Los azulejos del baño 1 tienen una dimensión de 20 x 31, los del baño 2 de 23 x 35, y los de la cocina de 25 x 25.

Los cuartos de baño tienen un falso techo continuo de yeso a una altura de 2,40m. Los dormitorios y la cocina tienen un falso techo a base de placas desmontables de 50x50x3cm. El techo del resto de la vivienda está guarnecido y enlucido con yeso de 1,5cm de espesor

2.2.8 Pavimentos

El solado utilizado en la entrada y la escalera es de mármol en tonos crema. En el resto de la vivienda es de gres estilo rústico de 30x30 cm

En las terrazas, el solado es de baldosín catalán.



CAPITULO 3

ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 INTRODUCCIÓN

La directiva 93/76/CEE relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE) tiene como objetivo directo la disminución de las emisiones de CO₂; como procedimiento para llegar a ello se propone la mejora de la eficiencia energética de los inmuebles, haciendo obligatoria una información pública de dicha eficiencia energética. (IDAE, 1999) [7]

Esto implica que se debe disminuir el consumo energético de los edificios y a su vez asignarle una “calificación” según las características energéticas de los mismos. Para ello, el método general utiliza una comparación del consumo de nuestro edificio con el de un edificio de referencia que tiene las mismas características que el edificio a calificar; misma forma y tamaño, misma zonificación, uso, características constructivas, instalaciones..., y asignarle una calificación mayor (mejor) cuanto mayor sea la diferencia entre ambos.

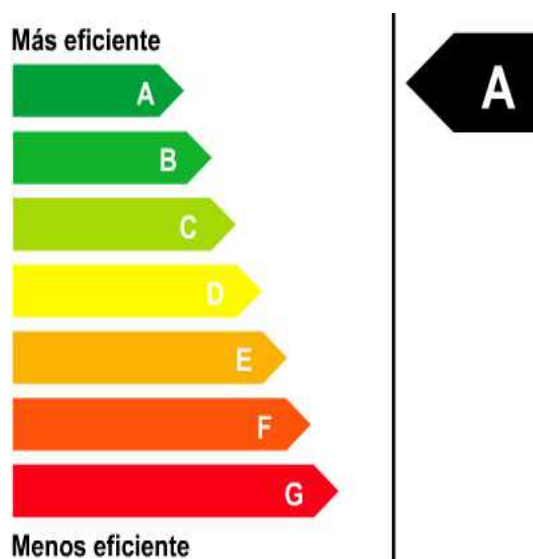


Fig. 22. Etiqueta según calificación energética

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

El consumo energético final de un edificio está condicionado por el rendimiento de los sistemas instalados en el mismo.

$$C = \frac{D}{\mu}$$

Donde:

C= Consumo energético

D=Demanda energética

μ = Rendimiento medio

Por lo tanto si nuestro objetivo es reducir el consumo energético, tendremos que disminuir la demanda y/o aumentar el rendimiento de los sistemas instalados.

Los factores de los que depende la demanda energética son múltiples, pero se pueden englobar en tres grandes bloques:

- 1- Clima
- 2- Envolvente
- 3- Uso

Puesto que el clima es inamovible, y el uso está fijado en el diseño del edificio, el único factor modificable es la envolvente, que será sobre la que tenemos que trabajar para disminuir la demanda energética.

Por ello el CTE en su apartado 1 del CTE DB HE, establece las condiciones mínimas de esta envolvente para limitar la demanda energética. Además de esto, en este apartado también se establecen otros objetivos como:

- ~ Verificar condensaciones superficiales
- ~ Verificar condensaciones intersticiales
- ~ Limitar la entrada de infiltración de aire

La demanda energética se limita en el DB HE 1 dependiendo del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática, y de la carga interna en sus espacios. Se limitará la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente (muros, suelos, cubiertas, vidrios y marcos y medianeras), que serán inferiores a los indicados en la tabla 2.1 del DB HE 1

Para la zonificación climática se ha establecido una escala dependiendo de su severidad climática en invierno, con letras que van de la A a la E (Cuanto más cerca de E, el clima es más severo), y su severidad climática en verano, con números de 1 a 4 (Cuanto más cerca de 4, el clima es más severo).

3.2 ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO

La localidad de Peñas de San Pedro que ubicada en Albacete, a 921 m sobre el nivel del mar, tiene las siguientes características climatológicas:

| Mes | T | TM | Tm | R | H | DR | DN | DT | DF | DH | DD | I |
|------------|------|------|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Enero | 4.8 | 10.1 | -0.4 | 21 | 78 | 4 | 1 | 0 | 5 | 17 | 7 | 146 |
| Febrero | 6.6 | 12.3 | 0.8 | 24 | 70 | 4 | 1 | 0 | 4 | 12 | 6 | 164 |
| Marzo | 9.0 | 15.5 | 2.5 | 28 | 63 | 5 | 1 | 1 | 2 | 7 | 7 | 216 |
| Abril | 11.1 | 17.7 | 4.5 | 48 | 60 | 6 | 0 | 1 | 1 | 3 | 6 | 232 |
| Mayo | 15.3 | 22.1 | 8.5 | 48 | 57 | 7 | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 | 267 |
| Junio | 20.3 | 27.9 | 12.7 | 36 | 52 | 4 | 0 | 4 | 1 | 0 | 9 | 315 |
| Julio | 24.3 | 32.5 | 16.0 | 12 | 46 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 15 | 356 |
| Agosto | 24.0 | 31.9 | 16.1 | 14 | 52 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 13 | 320 |
| Septiembre | 19.9 | 26.8 | 12.9 | 32 | 60 | 3 | 0 | 3 | 2 | 0 | 9 | 245 |
| Octubre | 13.8 | 19.8 | 7.9 | 42 | 71 | 5 | 0 | 1 | 4 | 1 | 5 | 197 |
| Noviembre | 8.8 | 14.2 | 3.5 | 34 | 77 | 5 | 0 | 0 | 4 | 7 | 7 | 154 |
| Diciembre | 5.9 | 10.8 | 1.1 | 28 | 80 | 5 | 0 | 0 | 6 | 13 | 7 | 129 |
| Año | 13.6 | 20.1 | 7.1 | 367 | 64 | 53 | 4 | 20 | 32 | 61 | 98 | 2730 |

Fig. 23. Información climatológica de Peñas de San Pedro

Siendo:

- 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

Como se puede observar en la figura 23, Peñas de San Pedro tiene una climatología muy severa, con una temperatura media anual de 13,6 °C, que indica una mayor predominación de días fríos. No obstante, durante los meses de verano, como se puede ver en la columna de temperaturas máximas diarias, se alcanzan temperaturas superiores a los 30°C. En la columna de temperaturas mínimas diarias podemos ver que la temperatura media mínima anual en esta población es de 7,1 °C, temperatura bastante baja. Además en esta columna también se puede ver la severidad de los inviernos, y que en verano las temperaturas mínimas, que se darán durante la noche, son bastante suaves, cercanas a los 16°C.

En la columna de número medio de días de heladas, se puede observar como desde octubre, cuando empiezan las primeras heladas, hasta el mes de abril, se producen una media de 61 heladas, es decir, en aproximadamente un 15% de los días se producen heladas.

En la última columna podemos ver el número medio de horas de sol mensuales, donde podemos ver que existe una alta insolación en la localidad.

3.2.1 Estudio de asoleo de la vivienda.

Para poder entender mejor los análisis realizados en este apartado, se va a realizar una simulación de asoleo de una ventana tipo, ubicada en las dos fachadas del edificio y en el patio central, cada uno con su orientación correspondiente.

Para este estudio se realizará el programa Ecotect Analysis, de Autodesk. Ecotect es un software de análisis de diseño sustentable, con el que se pueden hacer una amplia variedad de simulaciones: análisis energético del edificio, comportamiento térmico, uso del agua, evaluación de luz de día, sombras y reflejos entre otros.

A pesar de la amplia variedad de análisis que se pueden realizar con este programa, solo nos vamos a centrar en el análisis de asoleo de una ventana tipo, por las posibles implicaciones en la envolvente y en la demanda energética requerida por la vivienda

El siguiente análisis se va a realizar sobre los tres muros exteriores del edificio, en los Solsticios de verano e invierno y en los equinoccios de otoño y primavera.

Hay que tener en cuenta la diferencia horaria con el meridiano de Greenwich para que los datos obtenidos sean los correctos. En Junio y Septiembre, en España nos regimos por el horario de verano, el cual tiene huso horario +2 GMT. Durante Diciembre y Marzo, al tener el horario de invierno, la diferencia es de +1 GMT.

Otro dato a tener en cuenta es el horario de salida y puesta de sol. Como se han analizado los solsticios y equinoccios, estos suelen darse alrededor del día 21 del mes correspondiente, por lo tanto los datos de salida y puesta de sol son:

- | | |
|---|--|
| – Solsticio de verano: 21 de Junio | – Solsticio de invierno: 21 de Diciembre |
| ▪ Salida de Sol: 06:35 h | ▪ Salida de Sol: 06:35 h |
| ▪ Puesta de Sol: 21:54 h | ▪ Puesta de Sol: 21:54 h |
| – Equinoccio de otoño: 21 de Septiembre | – Equinoccio de primavera: 21 de Marzo |
| ▪ Salida de Sol: 06:35 h | ▪ Salida de Sol: 06:35 h |
| ▪ Puesta de Sol: 21:54 h | ▪ Puesta de Sol: 21:54 h |

En la siguiente imagen se indica la ubicación de las fachadas que van a ser analizadas.

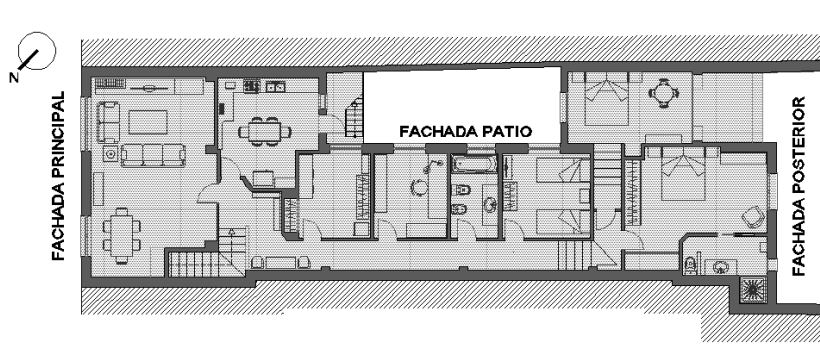
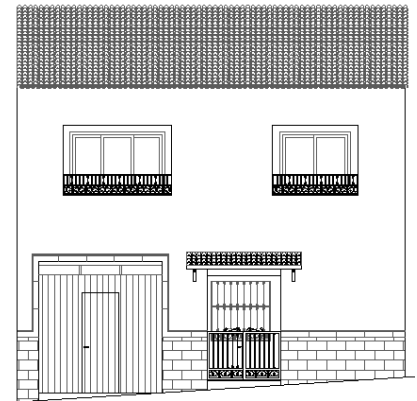


Fig. 24. Fachadas objeto de análisis de asoleo

a. Fachada principal

La fachada principal tiene una orientación nor-este. En su composición tiene cuatro huecos, una puerta que da acceso a la zona de almacenes, por lo que no es objeto de estudio, una ventana en planta baja, que está retranqueada respecto a la alineación de fachada, por lo que tampoco es objeto de estudio y dos ventanas en planta primera.



En las siguientes figuras se representa la incidencia del sol a diferentes horas del día. En la figura 25 se representan las horas de sol del 21 de Junio, en la figura 26 del 21 de Septiembre, en la figura 27 del 21 de Diciembre y en la figura 28 del 21 de Marzo

i. Junio

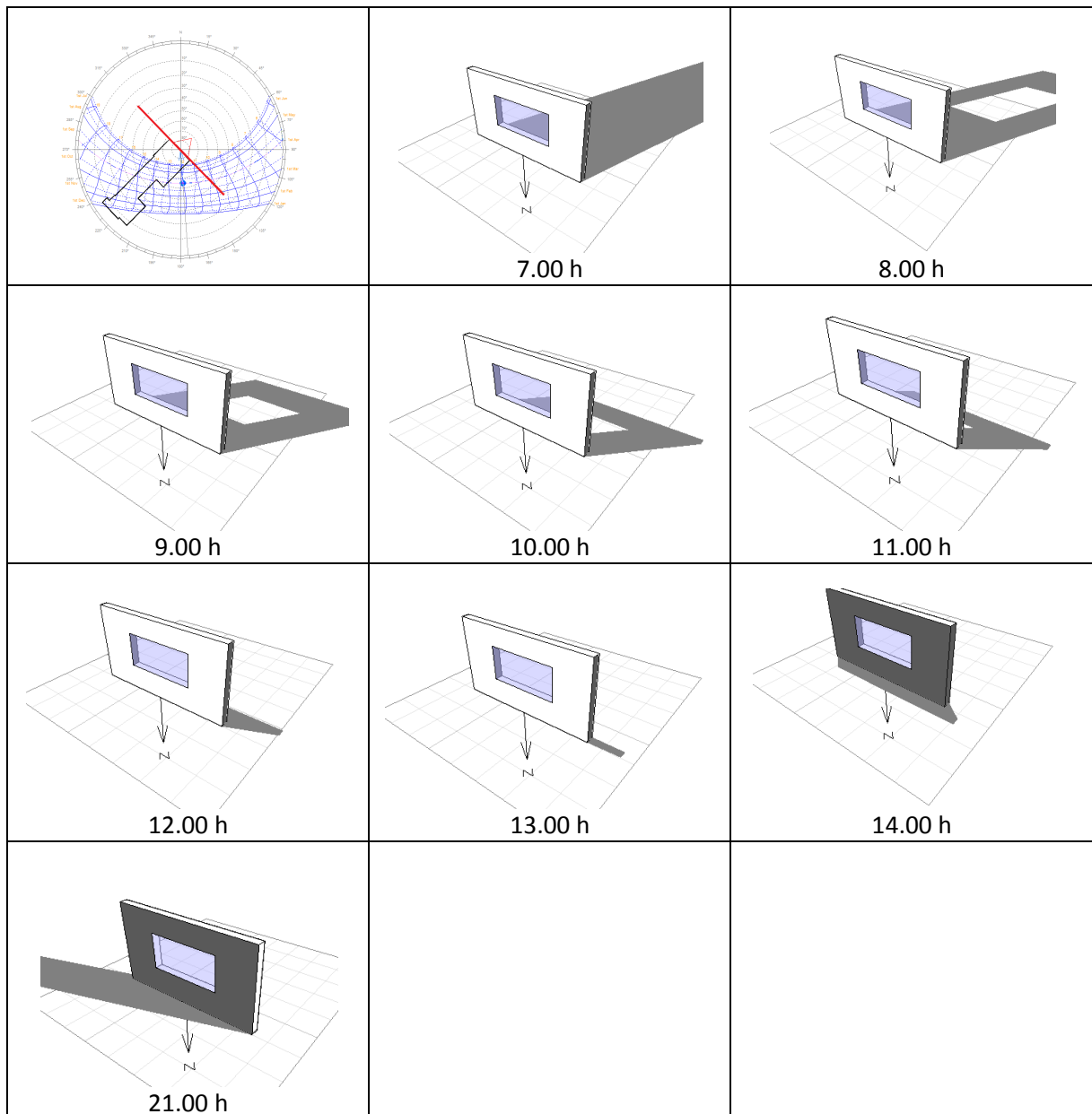


Fig. 25. Soleamiento fachada principal durante el solsticio de verano

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

ii. Septiembre

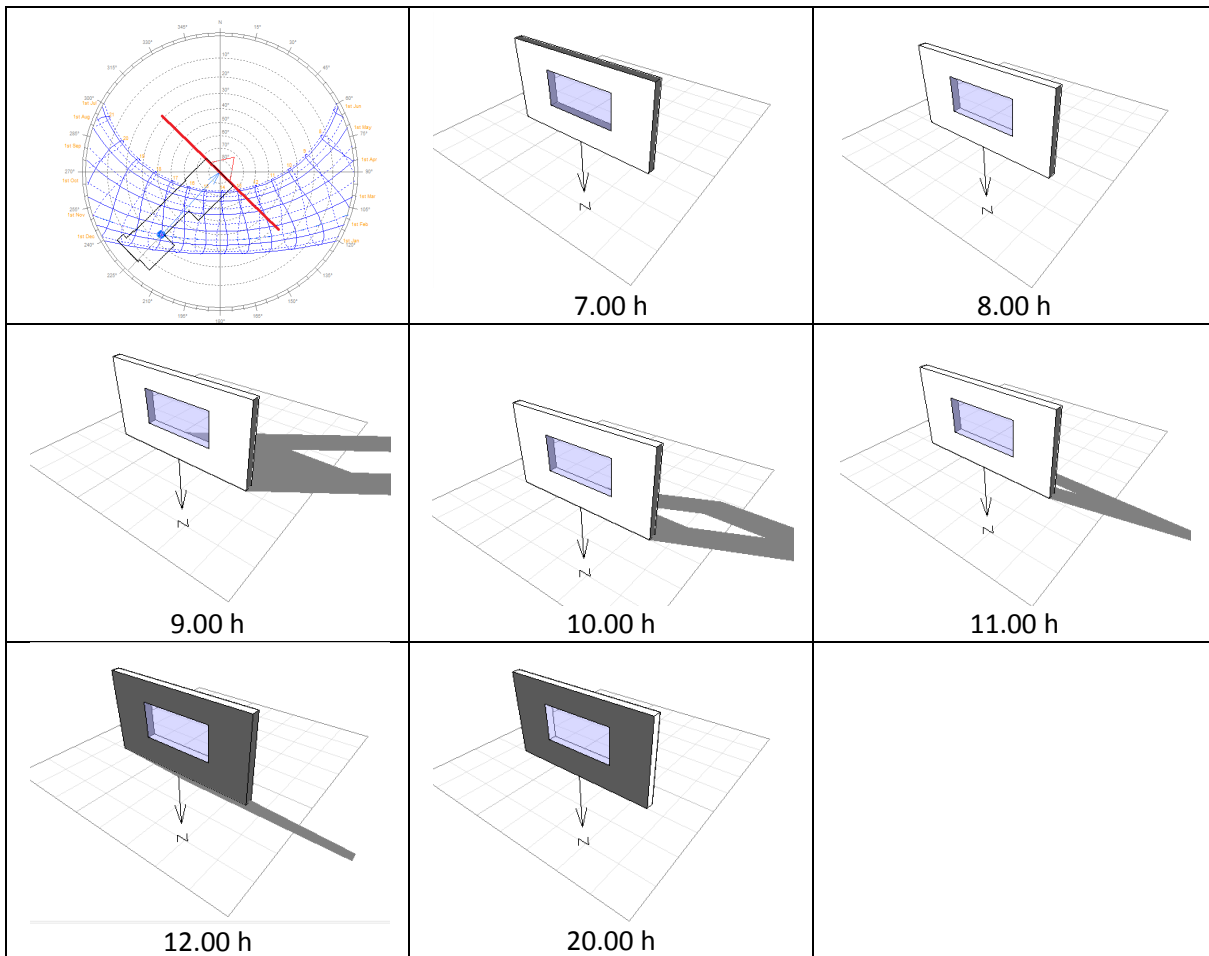


Fig. 26. Soleamiento fachada principal durante el equinoccio de otoño

iii. Diciembre

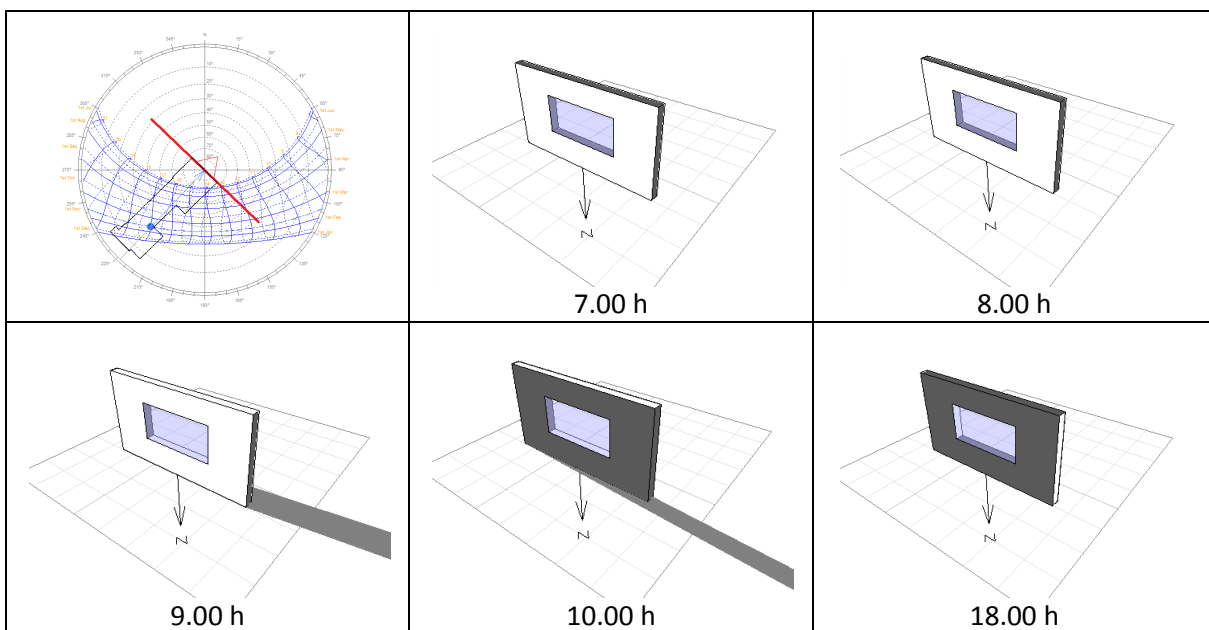


Fig. 27. Soleamiento fachada principal durante el solsticio de invierno

iv. Marzo

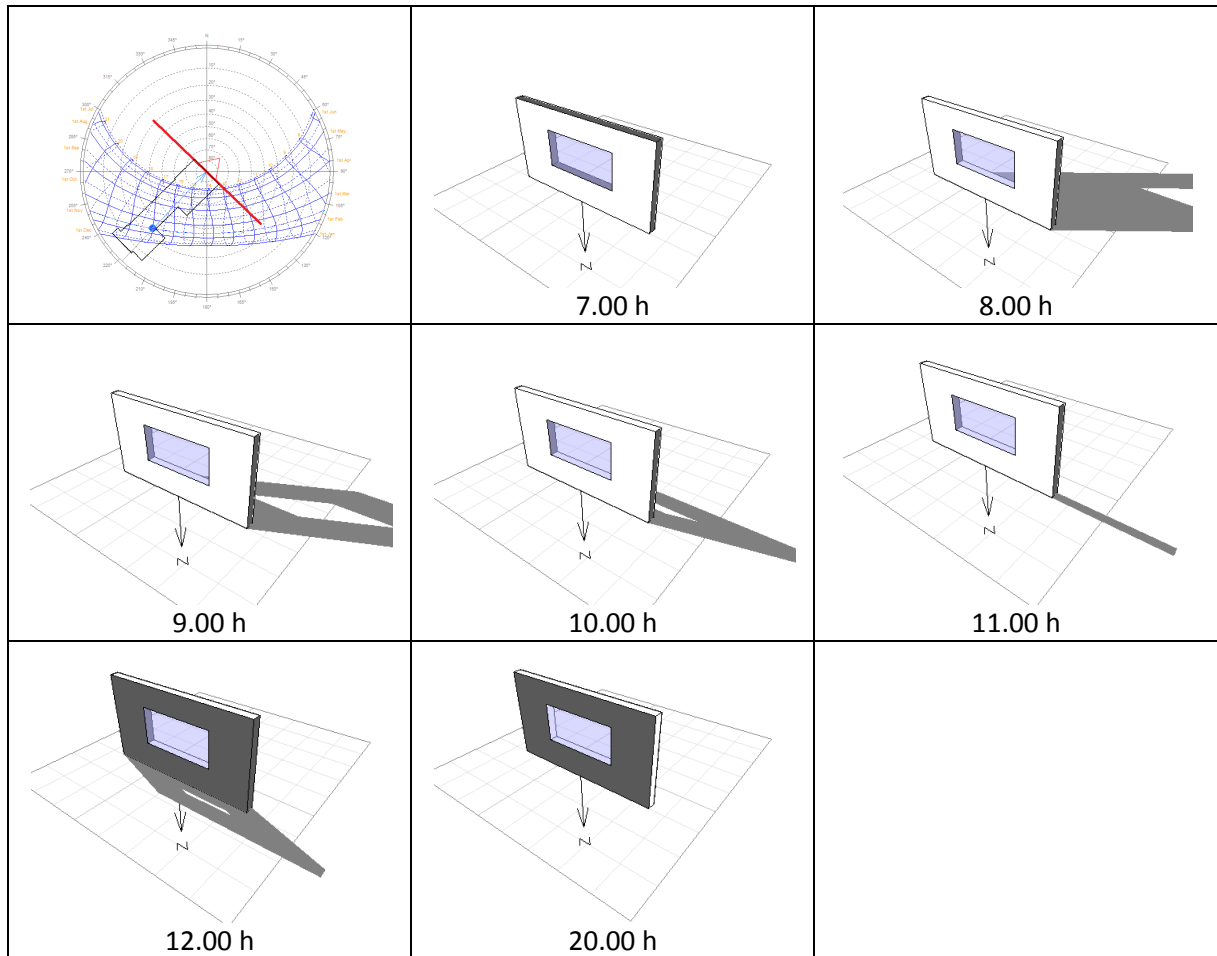


Fig. 28. Soleamiento fachada principal durante el equinoccio de primavera

Como se puede ver en esta secuencia de imágenes, la fachada noreste recibe bastantes horas de sol por la mañana, especialmente durante los meses más cálidos.

Durante estos meses, el sol radiará sobre las ventanas de esta fachada provocando un aumento de temperatura en el interior, que durante el verano no será beneficioso ya que tendremos que disipar el calor del interior, bien con sistemas de refrigeración, lo que provocaría un aumento del consumo energético, lo que conlleva un gasto económico y unas emisiones de CO₂ al ambiente, o bien con ventilación natural

Durante los meses fríos la fachada norte no recibe tantas horas de sol, por lo que no se puede considerar importante el apoyo del sol como sistema de calefacción natural.

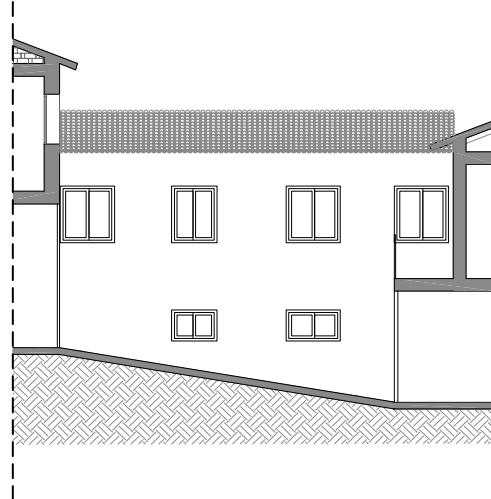
En la primera imagen de la secuencia se puede ver la posición relativa de la vivienda respecto a la carta solar del lugar, en la que se indica con líneas azules la trayectoria del sol durante todo el año, la línea superior indica el solsticio de verano, la inferior el solsticio de invierno y el resto, los dos meses en los que coincide la posición del sol. Los diferentes puntos de la misma línea indican la posición del sol a distintas horas del día, la parte de la derecha indica por donde sale el sol y la izquierda por donde se pone.

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

b. Fachada lateral

Pasamos ahora a analizar la fachada lateral que tiene una orientación sur-este. En su composición tiene seis huecos, dos de ellos corresponden a la planta baja, a uno de los almacenes, por lo que solo nos centraremos en el estudio de la planta primera.

Al igual que hemos realizado en la fachada principal, este estudio se compone de cuatro secuencias de imágenes donde se muestra, en la figura 29 el soleamiento de la fachada en el solsticio de verano, la figura 30 en el equinoccio de otoño, en la figura 31 en el solsticio de invierno y en la figura 32 en el equinoccio de primavera.



i. Junio

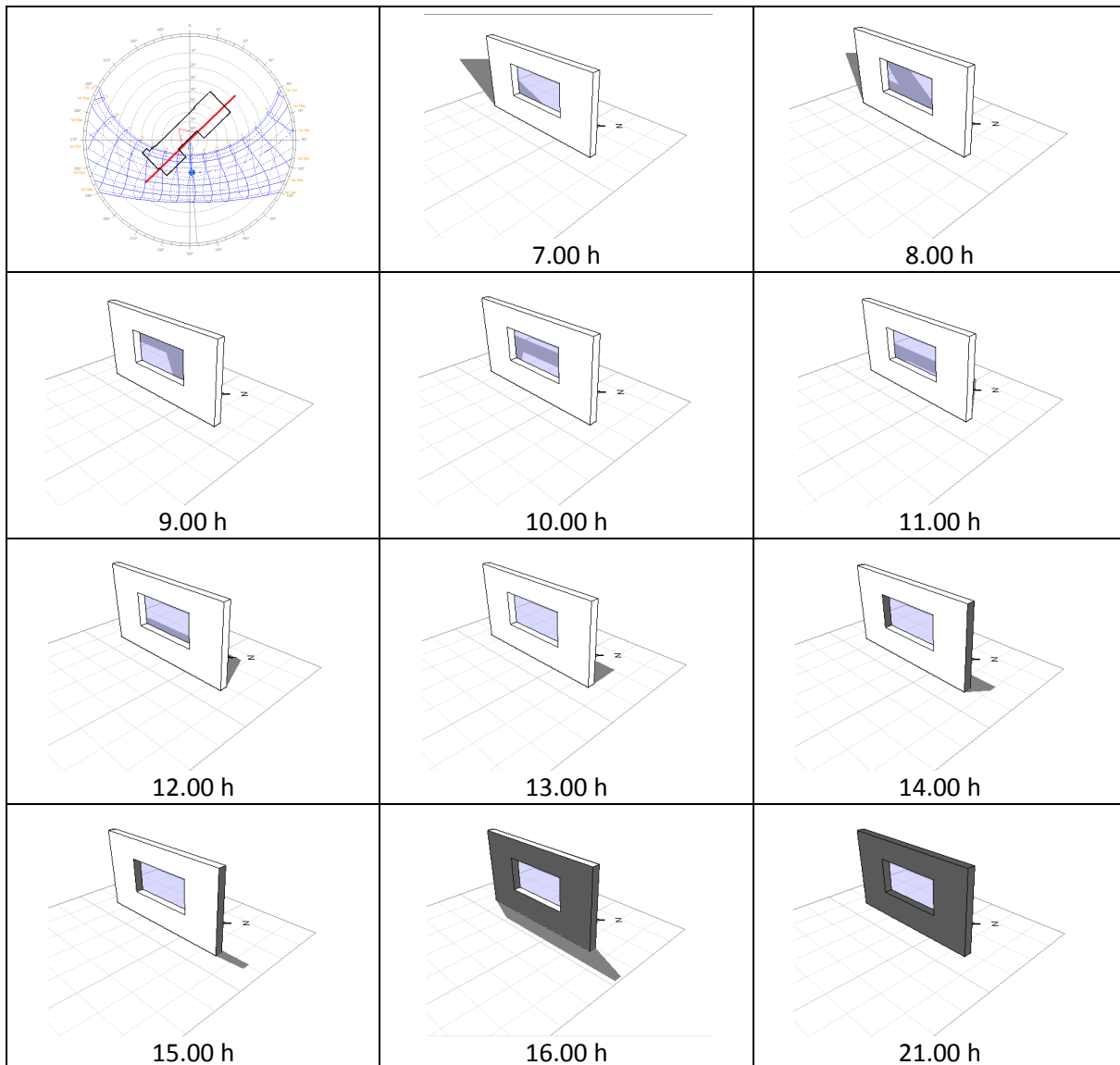


Fig. 29. Soleamiento fachada lateral durante el solsticio de verano

ii. Septiembre

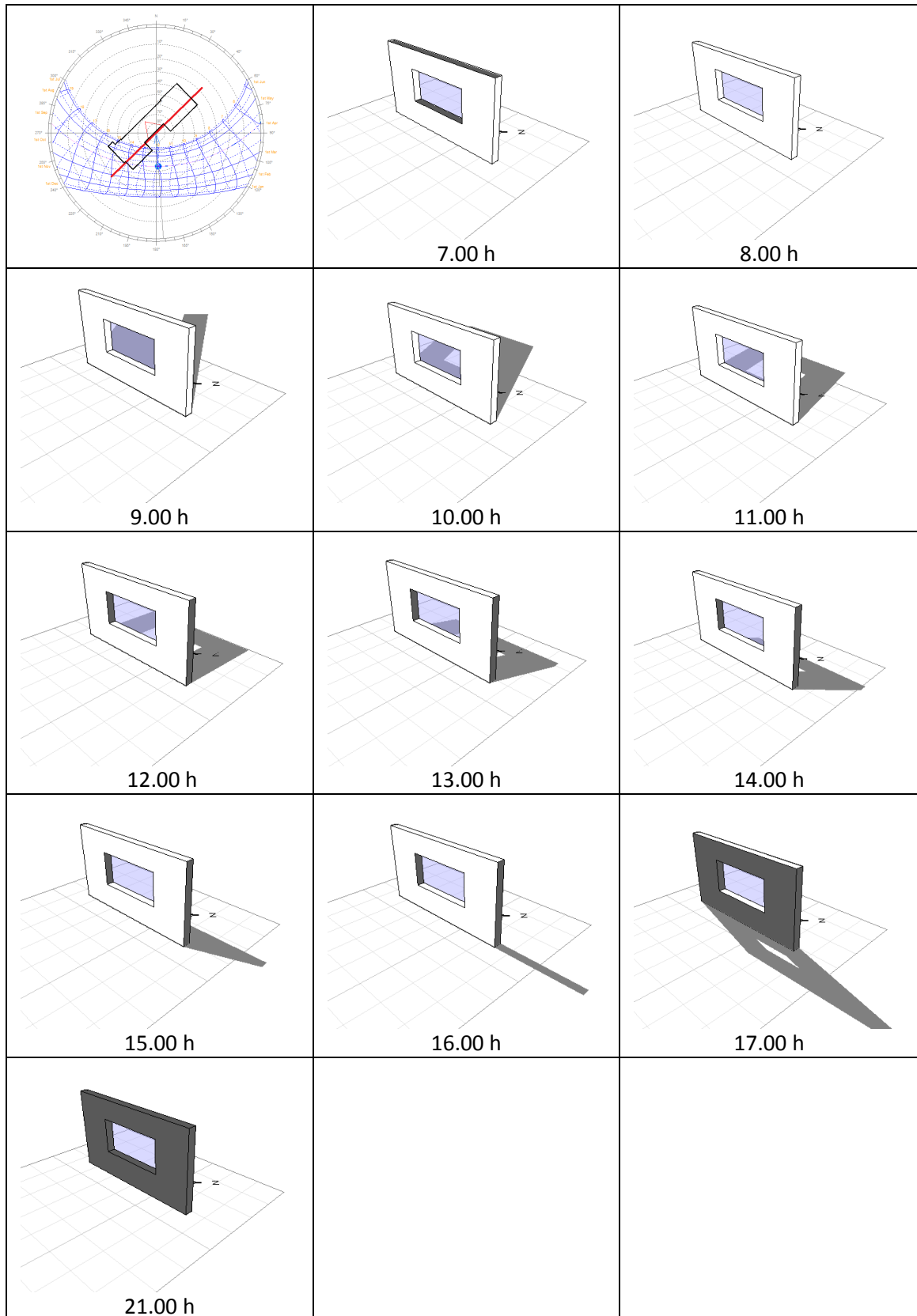


Fig. 30. Soleamiento fachada lateral durante el equinoccio de otoño

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

iii. Diciembre

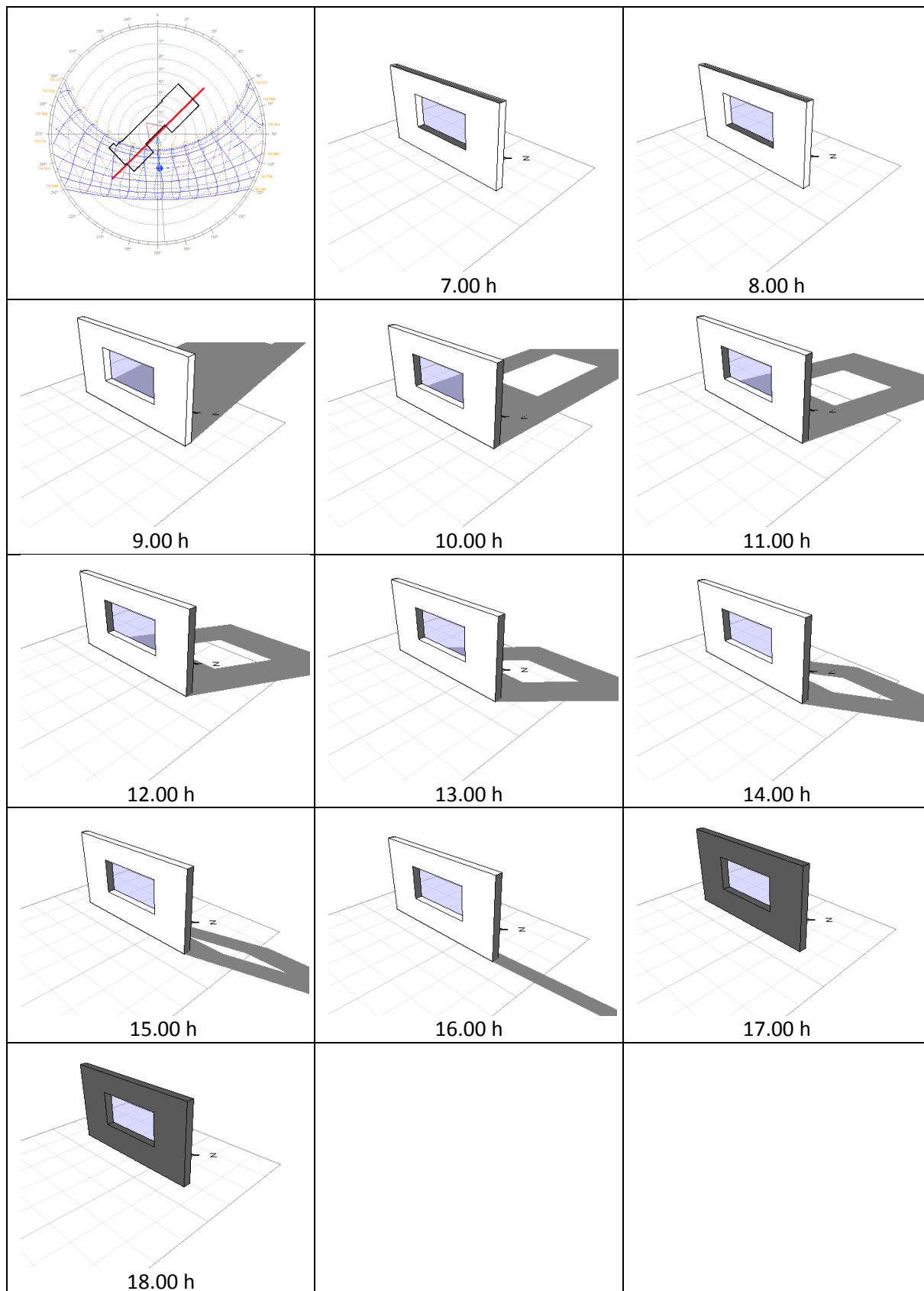


Fig. 31. Soleamiento fachada lateral durante el solsticio de invierno

iv. Marzo

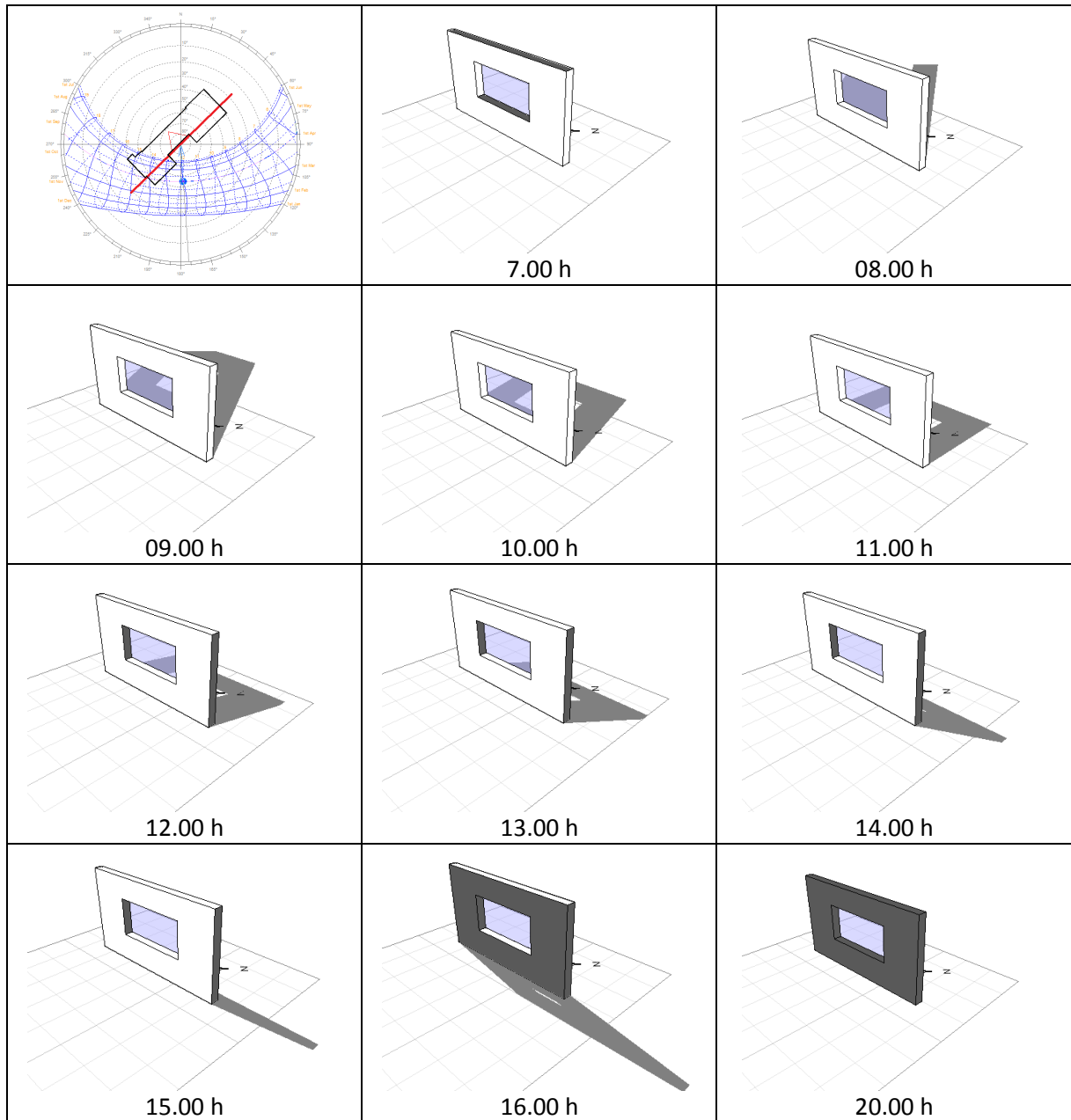


Fig. 32. Soleamiento fachada lateral durante el equinoccio de primavera

Como se puede ver en esta secuencia de imágenes, la fachada sureste recibe muchas horas de sol durante la mañana.

Durante todo el año, el sol está actuando de sistema de calefacción natural. Durante el invierno este hecho produce un beneficio en el interior, ya que incrementa la temperatura de forma gratuita y sin dañar el medio ambiente. Sin embargo durante el verano eso provoca un sobrecalentamiento en el interior que no beneficia la demanda de refrigeración

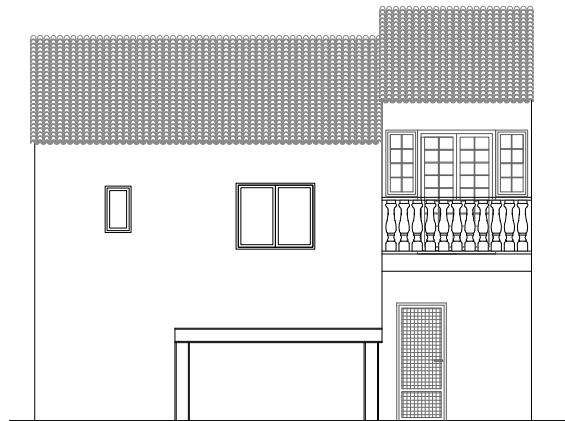
Al igual que en la fachada principal, la primera imagen de cada secuencia corresponde a la carta solar con la posición relativa de la fachada.

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

c. Fachada posterior

La fachada posterior tiene una orientación sur-oeste. En su composición tiene cuatro huecos, uno corresponde a la planta baja, a la puerta de acceso al garaje 2, por lo que solo nos centraremos en el estudio de la planta primera que corresponde a las ventanas del dormitorio principal, baño dos y el ventanal del dormitorio 3.

Al igual que en los dos casos anteriores, la primera secuencia de imágenes reflejada en la figura 33 muestra el soleamiento el 21 de junio, la figura 34 corresponde al 21 de septiembre, la figura 35 al 21 de diciembre y la figura 36 al 21 de marzo.



i. Junio

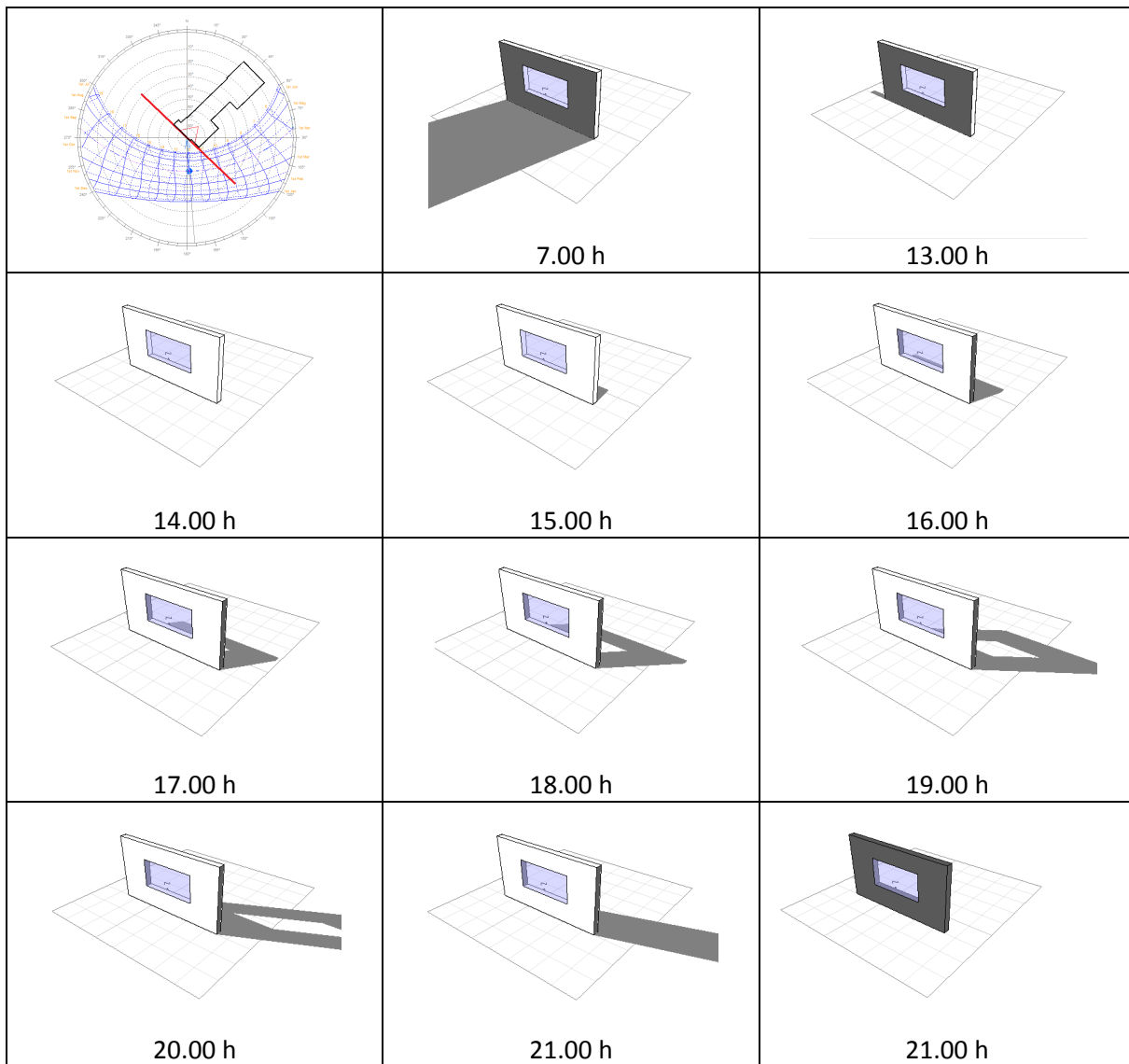


Fig. 33. Soleamiento fachada posterior durante el solsticio de verano

ii. Septiembre

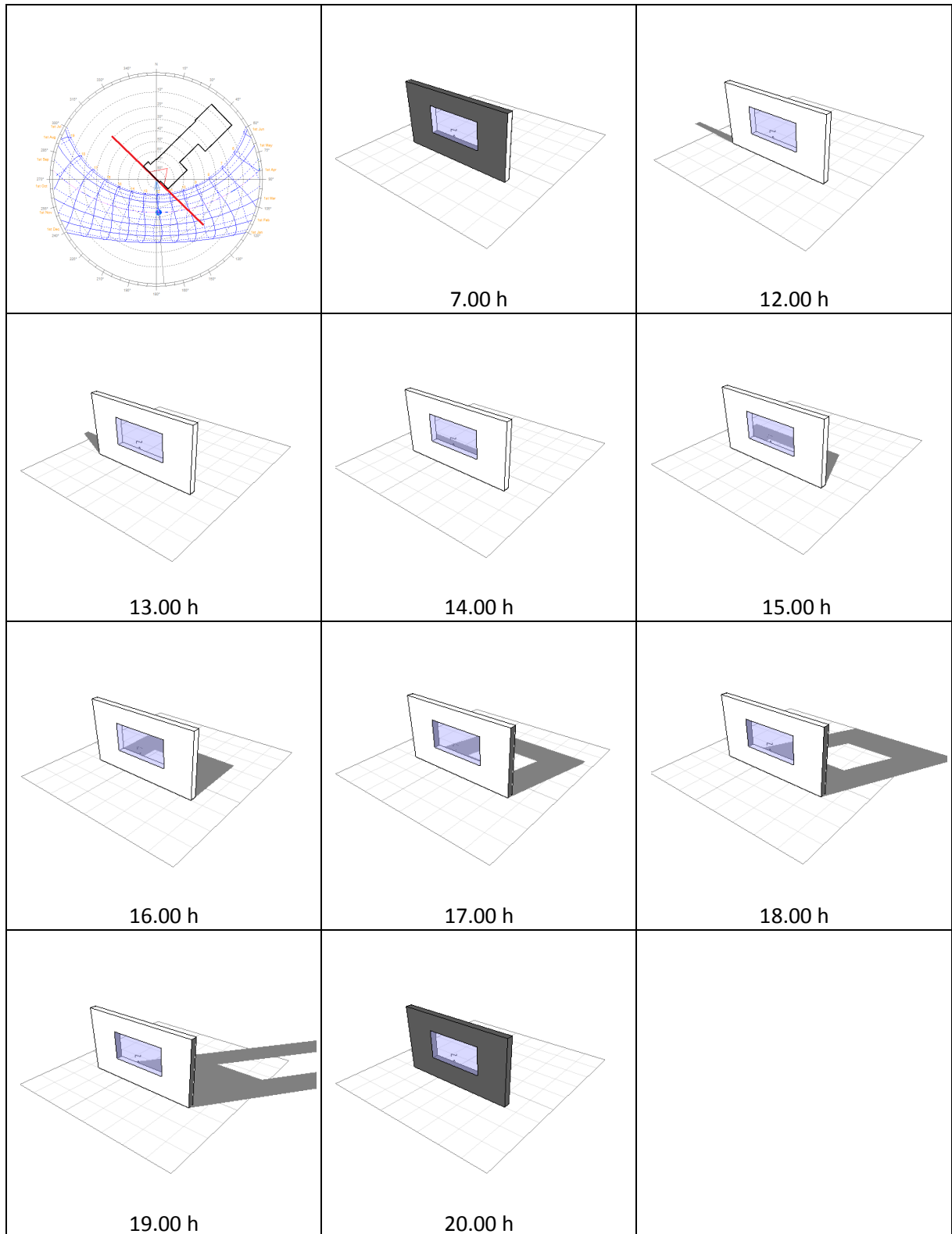


Fig. 34. Soleamiento fachada posterior durante el equinoccio de otoño

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

iii. Diciembre

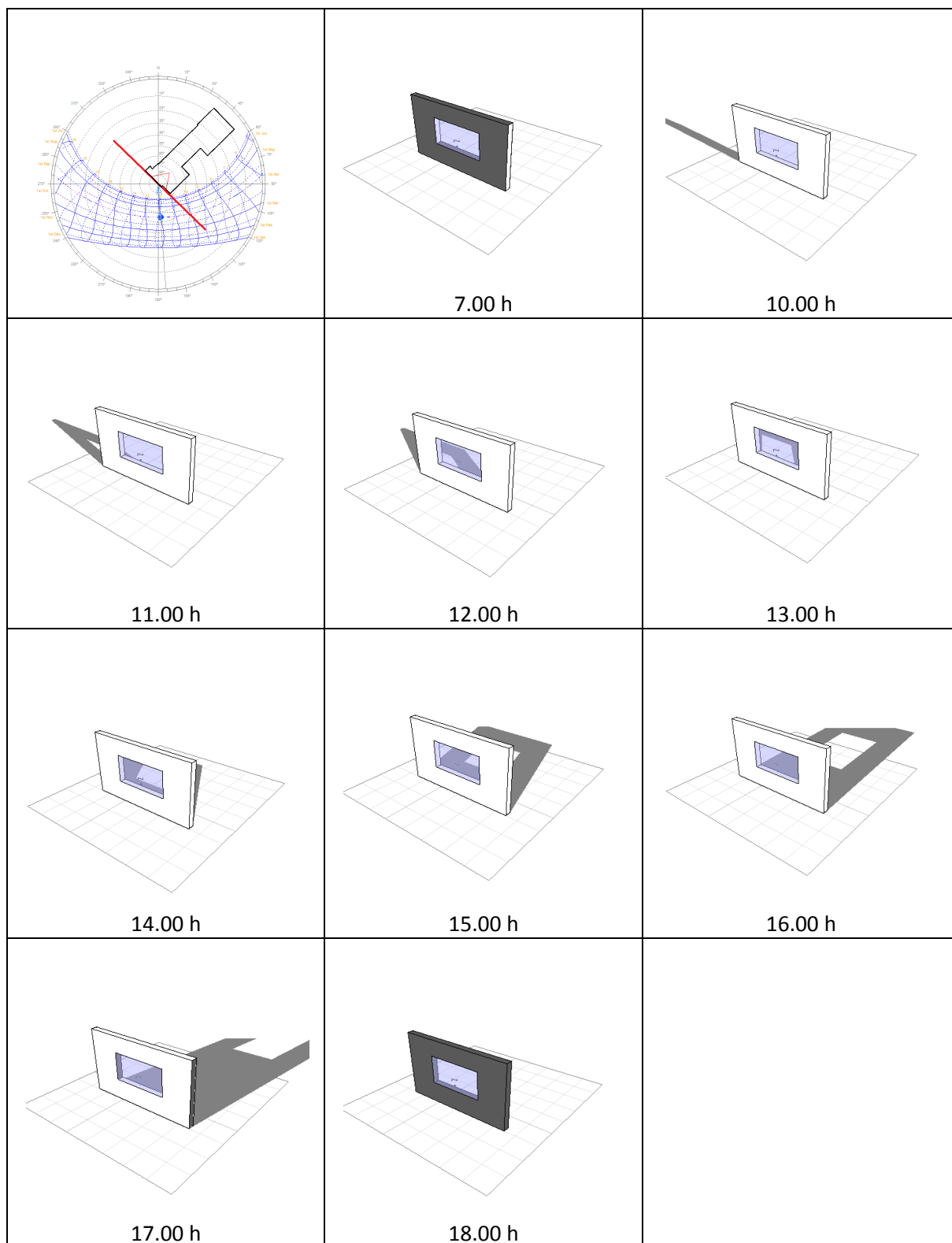


Fig. 35. Soleamiento fachada posterior durante el solsticio de invierno

iv. Marzo

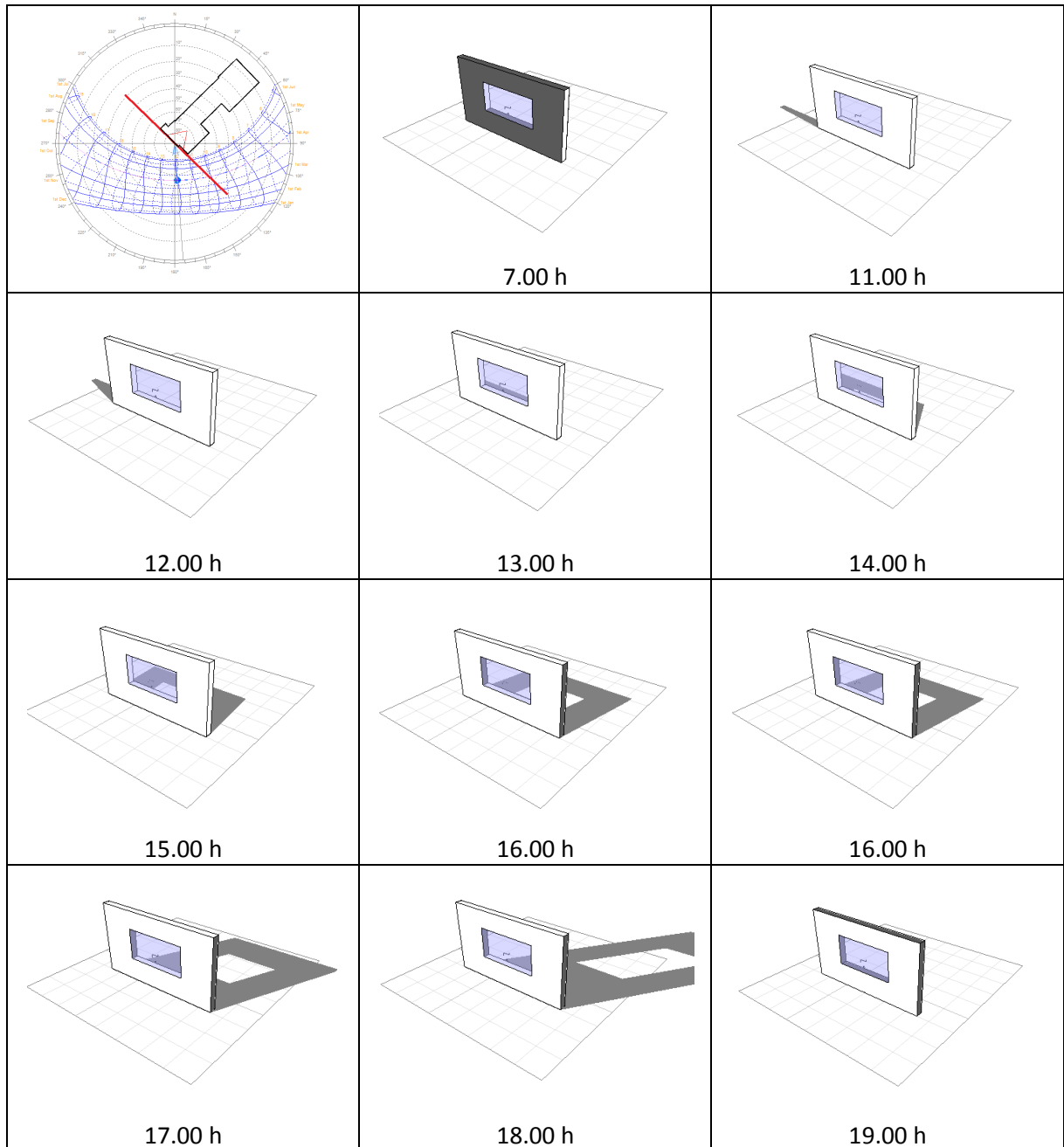


Fig. 36. Soleamiento fachada posterior durante el equinoccio de primavera

Como se puede ver en esta secuencia de imágenes, esta fachada, al tener orientación suroeste recibe muchas horas de sol durante todo el día. Durante los meses más cálidos, recibe radiación solar desde aproximadamente medio día hasta que se pone el sol. Durante los meses más fríos, recibe radiación solar durante prácticamente todo el día.

Esta irradiancia solar nos va a ayudar a aumentar la temperatura interior durante el invierno, pero durante el verano va a ocasionar un aumento excesivo en el interior debido al efecto invernadero.

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

Al igual que el resto de fachadas, la primera imagen de cada secuencia corresponde a la carta solar con la posición relativa de la fachada.

Como hemos podido analizar en este apartado, la vivienda está recibiendo gran cantidad de sol durante todo el día, especialmente la fachada lateral y posterior, y la principal durante el verano. Esto nos va a ayudar durante el invierno pero nos va a generar problemas durante el verano.

En el siguiente apartado se va a analizar la demanda energética necesaria para calefactar y refrigerar la vivienda, y el comportamiento térmico de sus componentes.

3.3 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCIÓN GENERAL MEDIANTE HERRAMIENTA INFORMÁTICA LIDER

3.3.1 Descripción de la aplicación

La aplicación LIDER es el programa informático de cálculo de la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de demanda energética (HE1). Los objetivos del programa son las siguientes:

- ~ Verificar si los cerramientos del edificio objeto cumplen con las transmitancias máximas
- ~ Verificar si las carpinterías de huecos cumplen las exigencias de permeabilidad al aire
- ~ Determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio objeto y del edificio de referencia a partir de los parámetros de definición geométrica, constructiva y operacional, y con los datos climáticos representativos de la localidad en cuestión.
- ~ En caso de que el edificio objeto sea conforme con la reglamentación producir un informe impreso con la información del denominado documento administrativo

Para la determinación de la demanda de calefacción y refrigeración tiene en cuenta:

- ~ Una metodología basada en el cálculo horario del comportamiento térmico teniendo en cuenta los efectos de masa térmica y el acoplamiento entre diversas zonas del edificio
- ~ Las solicitaciones exteriores de radiación solar en las diferentes orientaciones e inclinaciones de los cerramientos de la envolvente.
- ~ Las sombras producidas sobre los huecos por obstáculos de fachada tales como voladizos, retranqueos, salientes laterales etc.
- ~ Ganancias y pérdidas por conducción a través de cerramientos opacos y acristalados.
- ~ Transmisión de la radiación solar a través de las superficies transparentes
- ~ El efecto de persianas y cortinas exteriores a través de coeficientes correctores del factor solar y de la transmitancia del hueco
- ~ Infiltraciones a partir de la permeabilidad de las ventanas
- ~ La ventilación en términos renovaciones/hora para las diferentes zonas.
- ~ El efecto de las fuentes internas, diferenciando sus fracciones radiantes y de convección y teniendo en cuenta variaciones horarias de la intensidad de las mismas para cada zona térmica del edificio
- ~ El acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio que se encuentren a diferente nivel térmico.

3.3.2 Utilización de LIDER

La forma sistemática de proceder para la verificación de la normativa CTE-HE1 de un edificio mediante el programa LIDER es la siguiente (IDAE, 2009) [8]:

1. Análisis del edificio y recopilación de la información necesaria para la ejecución de la aplicación.
 - a. Selección de la zona climática a la que pertenece el edificio, de acuerdo con el párrafo 3.1.1 del CTE-HE1.
 - b. Partiendo de los planos del edificio y del proyecto, realizar las simplificaciones y divisiones pertinentes en plantas y espacios para su introducción en el programa. Si posteriormente se va a realizar la certificación energética del edificio, la división en espacios debe ser coherente con la definición posterior de los sistemas de climatización.
 - c. Clasificación de los espacios del edificio de acuerdo con el apartado 3.1.2 del CTE-HE1 y con el apartado espacios del presente manual.
 - d. Recopilación de todas las propiedades higrotérmicas de todos los materiales y productos de construcción que conforman los cerramientos, huecos y particiones interiores, así como la información relativa a los puentes térmicos del edificio.

2. Creamos el proyecto. En el indicamos la localidad, orientación y los datos destacados.

La orientación del edificio se define indicando el ángulo que forma el eje Y del edificio con el norte en sentido anti horario

3. Pasamos a la siguiente ventana, "BD" (Base de Datos)
Importamos a la base de datos del edificio los materiales y productos. Una vez cargados todos los materiales que vamos a utilizar en nuestro edificio, creamos los cerramientos.

Una vez creados, vamos insertando las diferentes capas de la composición del cerramiento. Para ello seleccionamos del desplegable el material que corresponda y se le indica el espesor

Para crear los huecos se procede del mismo modo

4. En el formulario Opciones, existen dos ventanas, la ventana Espacio de trabajo, donde se indican las opciones de la "interface" del programa y la pestaña Construcción donde se asigna la composición constructiva por defecto a los distintos cerramientos y particiones del edificio, incluyendo los puentes térmicos.
5. Definición de la geometría 3D del edificio. El proceso de definición geométrica se realizará sucesivamente planta por planta y de abajo a arriba repitiendo los siguientes pasos:
 - a. Cargar el archivo de la planta a la cota correspondiente.

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

- b. Crear la planta especificando su cota, y su relación con las plantas anteriores.
- c. Definir los espacios.
- d. Modificar las condiciones de espacios cuyas características sean diferentes a las definidas por defecto.
- e. Definir las particiones horizontales y/o suelos.
- f. Levantar automáticamente los cerramientos y particiones interiores verticales y si alguno de ellos no fuera un cerramiento en contacto con el aire exterior o se tratara de un muro Trombe, editar y modificar el tipo de muro en la visualización de la geometría.
- g. Definir los huecos de los cerramientos.
- h. Definir las cubiertas planas o inclinadas

LIDER utiliza para la identificación de cada elemento, una nomenclatura concreta “PXX_EYY_ELEMZZ” donde “PXX” es la planta donde se sitúa el elemento, “EYY” es el espacio y ELEMZZZ es el elemento. Los elementos también tienen su nomenclatura, que se detalla a continuación:

| | |
|------------|--|
| PE | Pared Exterior |
| ME | Medianera |
| Med | Partición Interior |
| FE | Forjado Exterior |
| FI | Forjado Interior |
| FTER | Forjado contra el Terreno |
| CUB | Cubierta |
| PExxx_yyyy | Hueco, ubicado en el cerramiento PExxx |

Tabla 6. Nomenclatura utilizada por LIDER

6. En el caso de que existan obstáculos que generen sombras sobre él se introducen mediante la orden Crear sombra. Si existen elementos de sombra del propio edificio hay que definirlos como Elementos singulares.
7. El programa verificará el cumplimiento de la sección HE-1 del Código Técnico de la Edificación, calculando automáticamente las magnitudes empleadas.

Finalizado el cálculo, el programa mostrará una pantalla con los resultados. Si el proyecto incumple alguno de los requisitos mínimos, mostrará una pantalla en la que se aparezcan los incumplimientos detectados. Los incumplimientos más habituales son:

- ~ “Requerimientos Mínimos” Indica el elemento que no cumple los requisitos mínimos establecidos en la tabla 2.1 del DB HE 1
- ~ “Permeabilidad” Indica que el hueco tiene una permeabilidad mayor a la permitida

- ~ “Condensaciones superficiales en puentes térmicos”
- ~ “Condensaciones Intersticiales”

En el caso que se cumplan todos los requisitos mínimos, LIDER mostrará el porcentaje de demanda de calefacción y refrigeración necesario respecto al edificio de referencia.

Una vez efectuados los cálculos y obtenido el resultado de cumplimiento, se puede generar un informe en pdf que podrá adjuntarse al proyecto de ejecución como justificación del cumplimiento del DB HE 1. Si no cumple los requisitos mínimos exigidos por el CTE, LIDER no genera el informe, por lo tanto se tendrán que modificar los elementos que no cumplan para proceder al siguiente paso.

En este informe aparece:

- ~ La descripción general del edificio y los espacios en que se ha subdividido
- ~ Las características técnicas de los materiales y productos utilizados
- ~ La descripción constructiva de cerramientos (materiales y espesores) y su caracterización térmica
- ~ La descripción de los huecos (vidrios, marcos y estanqueidad) y sus características térmicas
- ~ Los valores de la transmitancia térmica lineal y factor de temperatura de los puentes térmicos
- ~ Los resultados de comparación de la demanda y el cumplimiento de proyecto

Posteriormente, para calificar el edificio exportamos el programa a Calener VyP si es una vivienda o en pequeño edificio terciario o a Calener GT si se trata de un edificio terciario de grandes dimensiones.

3.3.3 Aplicación de la herramienta en nuestro proyecto

Para la verificación del cumplimiento del CTE DB HE 1 con la herramienta LIDER se han introducido al programa los siguientes datos de Input:

DESCRIPCIÓN

Zonificación Climática. La localidad de Peñas de San Pedro, está ubicada a 921 metros sobre el nivel del mar. Pertenece a la provincia de Albacete, cuya capital está a una altura de 677 metros sobre el nivel del mar. La diferencia entre ambas es de 244 metros, por lo que de la tabla D1 del anexo D del DB HE 1, obtenemos la **zona climática D2**

| Capital de 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 |
| Albacete | D3 | 677 | D2 | E1 | E1 | E1 |

Fig. 37. Zona climática

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

La **orientación** del edificio es de **138º**. Las **condiciones higrométricas** son de **clase 3**, por tratarse de uso vivienda. El **número de renovaciones de hora** exigido es de **0.7** renovaciones/hora. Este dato se ha obtenido siguiendo las especificaciones de la tabla 2.1 del DB HS

En la pestaña “BD”, se ha generado una Base de Datos con todos los elementos constructivos de la vivienda. Se genera una base de datos para elementos constructivos: muros, forjados, cubiertas, particiones interiores, y otra para carpinterías. Se generará tantos elementos, como elementos diferentes existan en el edificio

Se han asignado a cada elemento constructivo, su correspondiente tipología de la base de datos. También se han elegido la tipología de puentes térmicos (posición del aislamiento en los diferentes cerramientos)

En la pestaña “3D” se ha dibujado el edificio y se ha insertado la posición de los huecos en cada uno de los cerramientos. Cada elemento definido anteriormente se ubica en su correspondiente ubicación, tanto elementos constructivos: muros, forjados, cubiertas, particiones interiores, como carpinterías exteriores. Cada carpintería se colocará en el paramento que le corresponde, siendo diferentes cada una de ellas por tener una fracción de marco diferente en cada caso.

El resultado queda reflejado en las figuras 38 y 39

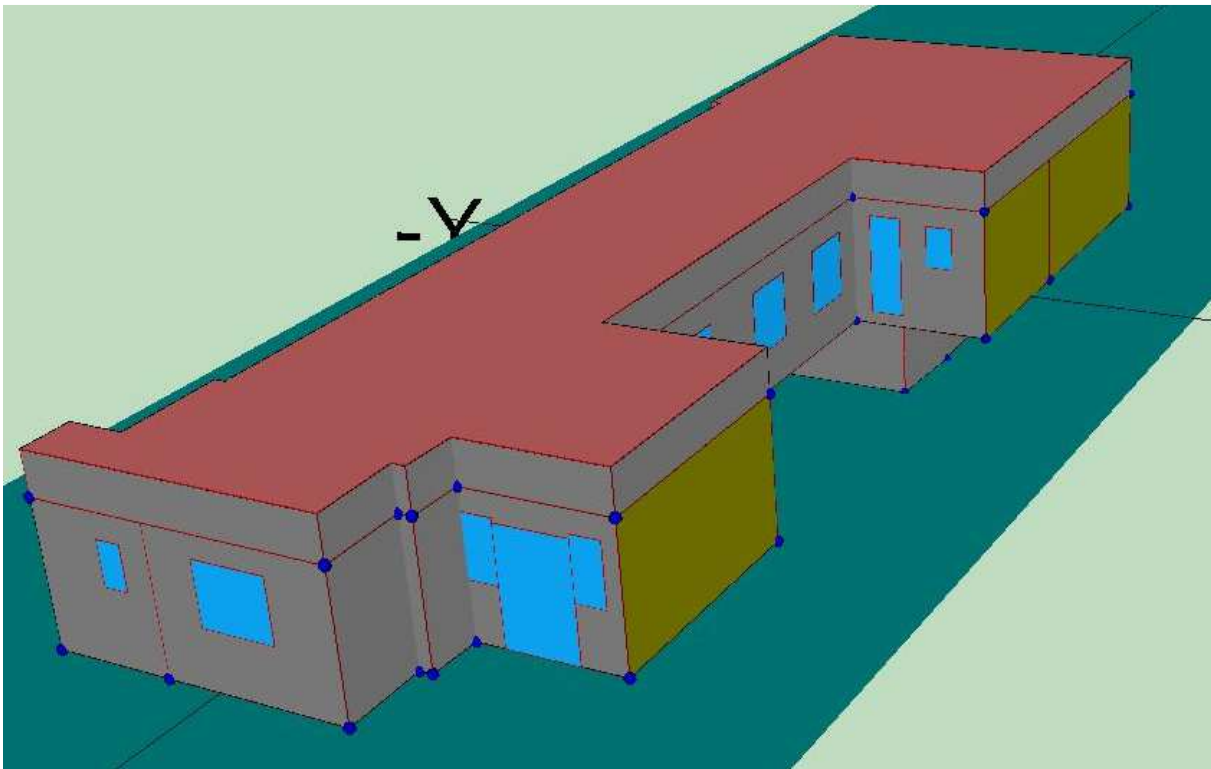


Fig. 38. 3D del edificio

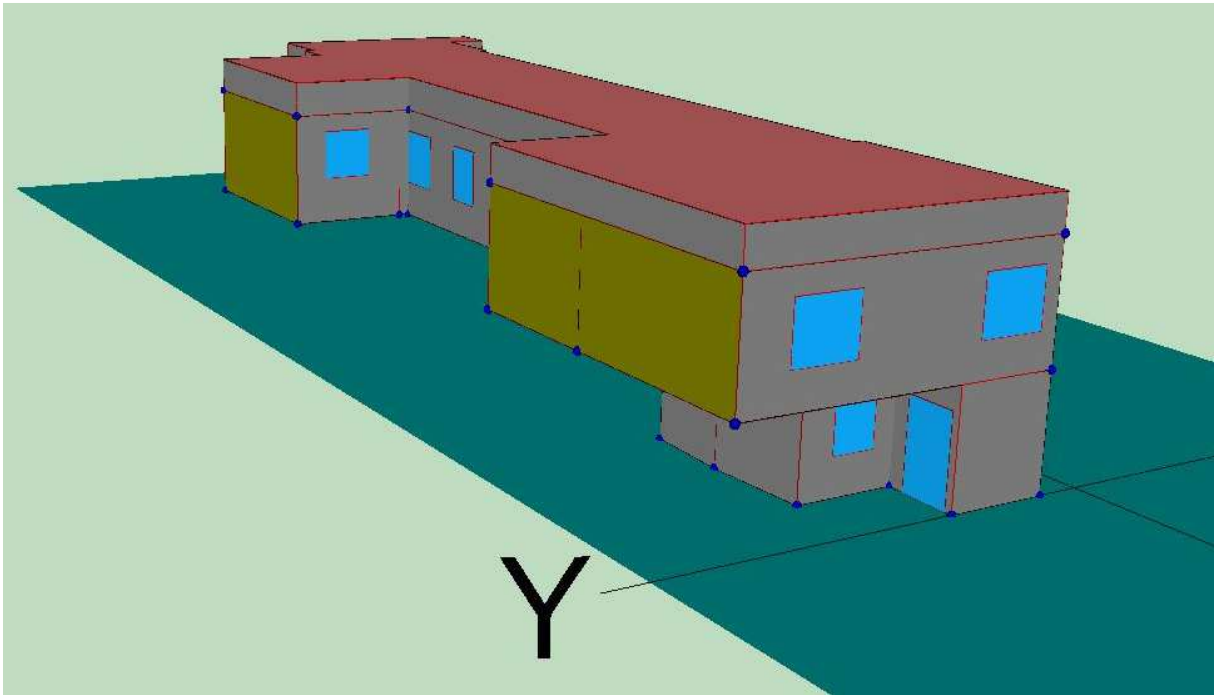


Fig. 39. 3D del edificio

Una vez que tenemos todo dibujado, y con la tipología constructiva y huecos asignados, procedemos a calcular. Primero se ha realizado un cálculo con la opción "Continuar cálculos aunque no se cumplan los requisitos mínimos" desmarcada, para poder comprobar si el edificio cumple con las exigencias del DB HE y luego se ha realizado otro cálculo con la opción activada, para poder comprobar el porcentaje de demanda en calefacción y refrigeración del edificio objeto de este proyecto respecto al edificio de referencia.

El resultado con la opción desactivada ha sido el siguiente:

| "REQUERIMIENTOS MÍNIMOS" | |
|--------------------------|--|
| Ventana Dormitorio 1 | "P01_E01_PE005_V1": Uventana = 5.70W/m2K Ulimite = |
| Forjado. Salón-comedor | "P02_E01_FE001": U = 1.80W/m2K Ulimite = 0.64W/m2K |
| Ventana 2 Salón-Comedor | "P02_E01_PE002_V2": Uventana = 5.70W/m2K Ulimite = |
| Ventana 3 Salón-Comedor | "P02_E01_PE002_V3": Uventana = 5.70W/m2K Ulimite = |
| Cubierta Salón-Comedor | "P02_E01_PI008": U = 1.15W/m2K Ulimite = 0.49W/m2K |
| Forjado Pasillo | "P02_E02_FE002": U = 1.80W/m2K Ulimite = 0.64W/m2K |
| Cubierta pasillo | "P02_E02_PI001": U = 1.15W/m2K Ulimite = 0.49W/m2K |
| Forjado Núcleo central | "P02_E03_FE003": U = 1.80W/m2K Ulimite = 0.64W/m2K |
| Ventana 1 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V1": Uventana = 5.70W/m2K Ulimite = |
| Ventana 2 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V2": Uventana = 5.70W/m2K Ulimite = |
| Ventana 3 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V3": Uventana = 5.70W/m2K Ulimite = |
| Ventana 4 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V4": Uventana = 5.27W/m2K Ulimite = |
| Cubierta Núcleo Central | "P02_E03_PI001": U = 1.15W/m2K Ulimite = 0.49W/m2K |

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

| | |
|-----------------------------|--|
| Forjado Dormitorio Princip. | "P02_E04_FE004": U = 0.68W/m2K Ulimite = 0.64W/m2K |
| Cubierta Dormitorio Princ. | "P02_E04_PI001": U = 1.15W/m2K Ulimite = 0.49W/m2K |
| Forjado Baño 2 | "P02_E05_FE005": U = 0.68W/m2K Ulimite = 0.64W/m2K |
| Cubierta Baño 2 | "P02_E05_PI001": U = 1.15W/m2K Ulimite = 0.49W/m2K |
| Forjado Dormitorio 3 | "P02_E06_FE006": U = 0.68W/m2K Ulimite = 0.64W/m2K |
| Cubierta Dormitorio 3 | "P02_E06_PI001": U = 1.15W/m2K Ulimite = 0.49W/m2K |
| Forjado Cocina | "P02_E07_FE007": U = 1.80W/m2K Ulimite = 0.64W/m2K |
| Cubierta Cocina | "P02_E07_PI001": U = 1.15W/m2K Ulimite = 0.49W/m2K |
| "PERMEABILIDAD" | |
| Ventana Dormitorio 1 | "P01_E01_PE005_V1": Permeabilidad = 50.00 Permeabilidad_limite |
| Ventana 1 Salón Comedor | "P02_E01_PE002_V2": Permeabilidad = 50.00 Permeabilidad_limite |
| Ventana 2 Salón Comedor | "P02_E01_PE002_V3": Permeabilidad = 50.00 Permeabilidad_limite |
| Ventana 1 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V1": Permeabilidad = 50.00 Permeabilidad_limite |
| Ventana 2 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V2": Permeabilidad = 50.00 Permeabilidad_limite |
| Ventana 3 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V3": Permeabilidad = 50.00 Permeabilidad_limite |
| Ventana 4 Núcleo central | "P02_E03_PE002_V4": Permeabilidad = 50.00 Permeabilidad_limite |

Tabla 7. Incumplimientos CTE

En la tabla 7 se muestran todos los incumplimientos de la vivienda en la situación actual. Se observa que todos los incumplimientos corresponden a Forjados, Cubiertas y Ventanas, por lo tanto, estos son los elementos sobre los que debemos actuar para mejorar la demanda energética.

Para poder identificar bien, en la siguiente imagen aparece cada espacio con la identificación que le ha asignado LIDER:

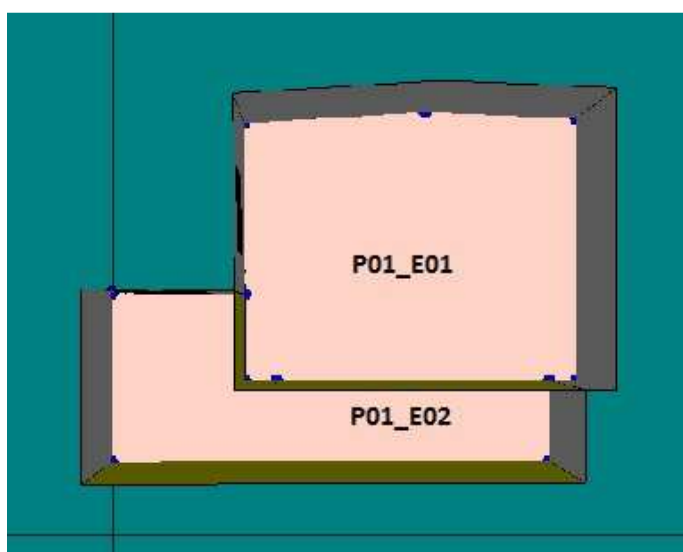


Fig. 40. Espacios planta baja

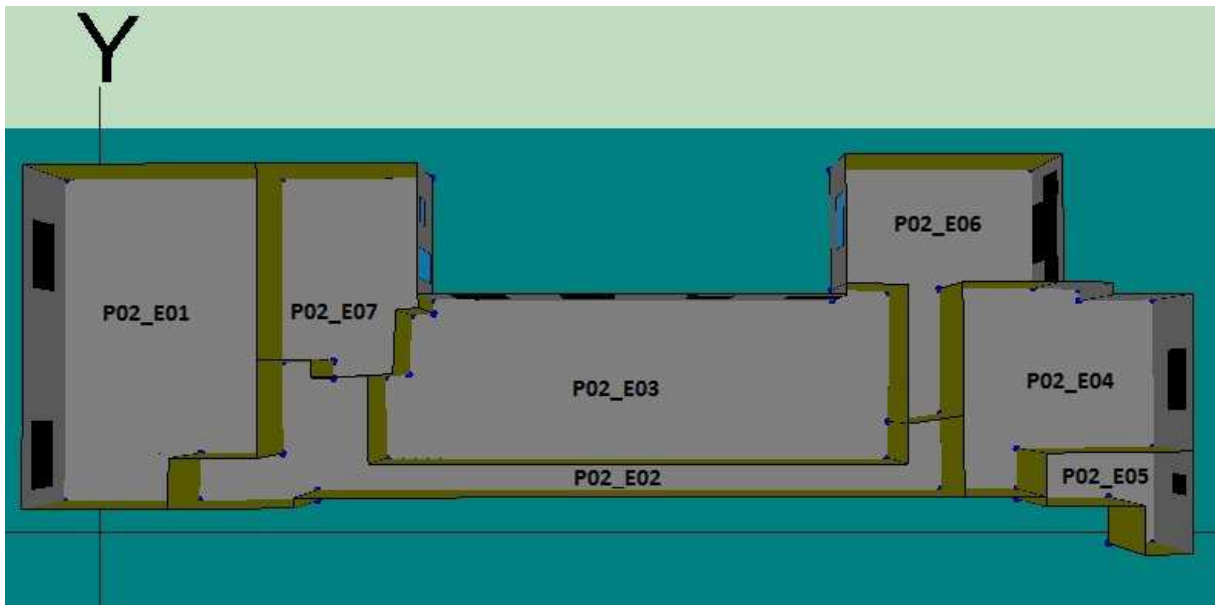


Fig. 41. Espacios planta primera

Activando la opción “Continuar cálculos aunque no se cumplan los requisitos mínimos” el programa obvia todos estos incumplimientos y muestra el porcentaje de calefacción/refrigeración necesario respecto al edificio de referencia, y si cumple con la demanda mínima. Es una opción que en la práctica habitual no es conveniente utilizar, ya que uso normal programa El resultado obtenido queda reflejado en la figura 42:

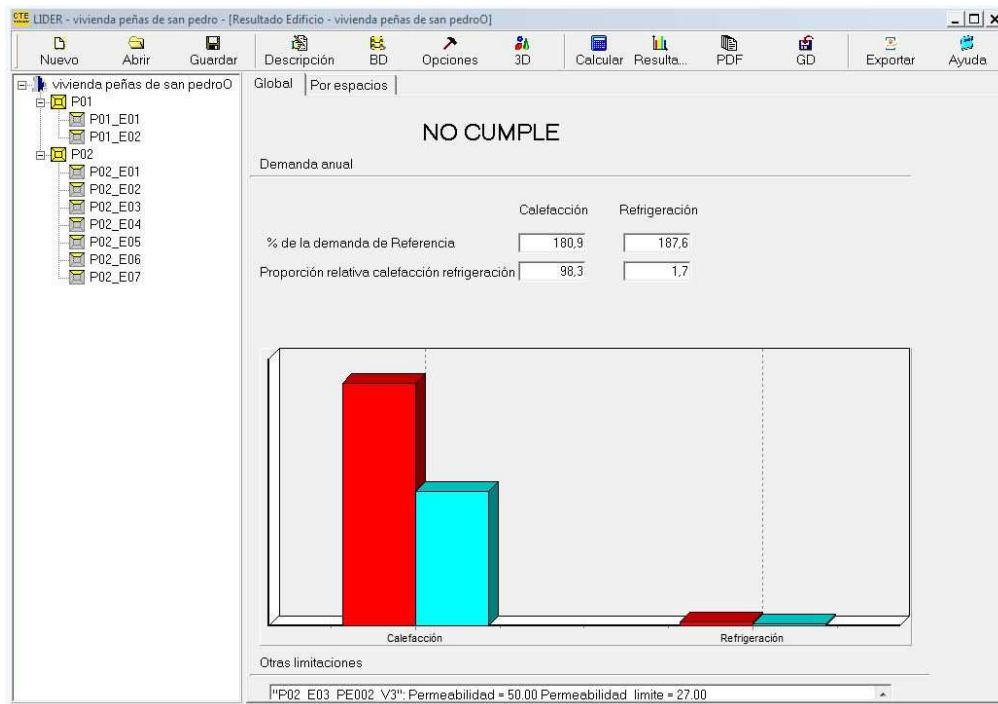


Fig. 42. Resultados LIDER

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

Es esta imagen se muestra un gráfico con barras de color rojo y barras de color azul. Las barras de color rojo corresponden al edificio objeto de estudio, y el azul al edificio de referencia. En este caso, la demanda de calefacción es un 180,90 % de la demanda de calefacción del edificio de referencia. La demanda de refrigeración, es el 187,60 % de la demanda de refrigeración del edificio de referencia.

Es esta imagen se muestra la comparación entre la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto con el de referencia, en porcentaje y en un diagrama de barras. Se observa que la demanda tanto de calefacción como de refrigeración del edificio (barra roja) es superior al del edificio de referencia (barra azul) especialmente en el caso de refrigeración.

Líder nos da la opción de poder analizar los resultados por espacios.



| Espacios | m ² | nº espacios iguales | Calefacción | | Refrigeración | |
|----------|----------------|---------------------|-------------|----------|---------------|----------|
| | | | % de max | % de ref | % de max | % de ref |
| P01_E01 | 15,7 | 1 | 41,8 | 83,2 | 0,0 | 0,0 |
| P01_E02 | 8,4 | 1 | 39,8 | 70,1 | 0,0 | 0,0 |
| P02_E01 | 35,3 | 1 | 79,2 | 214,5 | 45,9 | 212,8 |
| P02_E02 | 19,3 | 1 | 83,1 | 235,6 | 0,0 | 0,0 |
| P02_E03 | 41,6 | 1 | 100,0 | 246,3 | 53,1 | 201,9 |
| P02_E04 | 19,3 | 1 | 58,8 | 143,0 | 51,1 | 197,2 |
| P02_E05 | 4,7 | 1 | 67,2 | 128,7 | 21,7 | 101,1 |
| P02_E06 | 16,4 | 1 | 62,2 | 129,6 | 100,0 | 134,5 |
| P02_E07 | 14,7 | 1 | 97,2 | 215,2 | 23,1 | 0,0 |
| Total | 175,6 | | | | | |

Fig. 43. Resultados LIDER por espacios

Lider nos muestra, además de la superficie de cada espacio:

1. El porcentaje del máximo valor hallado entre todos los espacios. El espacio con mayor demanda aparece con el número 100; el resto con el porcentaje respecto al valor máximo. Esta columna ayuda a localizar los espacios que mayor contribución tienen a la demanda.
2. El porcentaje de la demanda respecto a la de referencia. Como para el edificio completo, un valor superior a 100 indica una demanda superior a la de referencia.

De estos datos se puede extraer que la planta baja cumple tanto en demanda de calefacción, además de no ser necesaria la refrigeración. Sin embargo, ninguno de los espacios de la planta primera cumple con la demanda de calefacción.

También se observa, que las zonas con más demanda de calefacción y mayor porcentaje respecto a la demanda respecto a la de referencia son la "P02_E01", "P02_E02", "P02_E03" y "P02_E07", que corresponden al Salón Comedor, Pasillo, Núcleo Central y cocina la parte más antigua de la vivienda.

Por otra parte, respecto a demanda de refrigeración, todos los espacios de la planta primera requieren refrigeración salvo el pasillo. La dependencia con mayor demanda de refrigeración es la "P02_E06", que corresponde al Dormitorio 3. Esto se debe a que está orientada a suroeste, y como hemos visto en el apartado de estudio de soleamiento, está recibiendo gran cantidad de horas de sol

al día durante el verano. Posteriormente se estudiará detalladamente la demanda de todos los espacios.

LIDER, además del informe generado sobre el edificio de los resultados que presenta el programa, genera otros archivos en los que se encuentran los resultados detallados de las simulaciones realizadas sobre el edificio objeto y el de referencia. Estos contienen información sobre los resultados a nivel de zonas y a nivel de edificio.

Aquí se pueden encontrar los valores absolutos de la demanda anual de calefacción y refrigeración, los resultados mensuales de la demanda mensuales, y demás datos que genera LIDER. Todos los datos que genera son KWh/m².

En las siguientes tablas se muestran los datos obtenidos:

| | DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN |
|------------------------|------------------------|--------------------------|
| EDIFICIO OBJETO | -191.52 | 3.23 |
| EDIFICIO DE REFERENCIA | -105,84 | 1,73 |

Tabla 8. Comparación demandas KWh/m² edificio objeto y edificio de referencia

En la tabla 8, se puede analizar que la demanda de calefacción del edificio objeto es un 80,95% (85,68 KWh/m²) superior a la demanda del edificio de referencia, y que la demanda de refrigeración es un 86.70% (1,50 KWh/m²) superior a la del edificio de referencia.

En la siguiente tabla se muestra la demanda media en KWh/m² durante cada mes, analizando tanto calefacción como refrigeración.

| | DEMANDA CALEFACCIÓN | | DEMANDA REFRIGERACIÓN | |
|------------|---------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | EDIF. OBJETO | EDIF. REFERENCIA | EDIF. OBJETO | EDIF. REFERENCIA |
| ENERO | -38,65 | -22,47 | 0,00 | 0,00 |
| FEBRERO | -28,40 | -15,92 | 0,00 | 0,00 |
| MARZO | -24,33 | -13,05 | 0,00 | 0,00 |
| ABRIL | -17,58 | -9,43 | 0,00 | 0,00 |
| MAYO | -8,23 | -3,81 | 0,00 | 0,00 |
| JUNIO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| JULIO | 0,00 | 0,00 | 1,37 | 0,28 |
| AGOSTO | 0,00 | 0,00 | 1,86 | 1,45 |
| SEPTIEMBRE | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| OCTUBRE | -11,21 | -5,28 | 0,00 | 0,00 |
| NOVIEMBRE | -25,55 | -14,01 | 0,00 | 0,00 |
| DICIEMBRE | -37,55 | -21,88 | 0,00 | 0,00 |

Tabla 9. Demandas KWh/m² edificio objeto y edificio de referencia mensuales

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

Lo más representativo indicado en la tabla 9 hace referencia a los meses durante los cuales no son necesarias la calefacción y/o la refrigeración. Por ejemplo, durante Junio, Julio, Agosto y Septiembre, no es necesaria la calefacción.

Cabe destacar, que los meses durante los cuales es más notable la diferencia entre la demanda objeto y la de referencia es durante los meses menos fríos. Por ejemplo, durante Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre, la demanda del edificio es alrededor de un 75% superior a la de referencia. Sin embargo durante Mayo y Octubre, cuando la climatología es más suave la demanda del edificio es alrededor de un 115% superior a la del edificio de referencia.

Esto se debe a que la falta de aislamiento hace que haya pérdidas de calor hacia el exterior, y a pesar de las ganancias solares procedentes del sol, existe la necesidad de calefactar el interior durante más días. Por el contrario si el edificio estuviese bien aislado, habría más días durante los cuales no serían necesario calefactar el interior y se aprovecharía mejor la energía procedente del sol, consiguiendo reducir la demanda de calefacción.

Respecto a refrigeración solo sería necesaria durante los meses de Julio y Agosto. Durante los meses de Junio y Septiembre no se necesitaría ningún sistema.

Llama la atención la gran diferencia de demanda de refrigeración durante el mes de Julio. El edificio objeto requiere una demanda casi 5 veces superior a la del edificio de referencia.

Queda evidente que nuestro edificio consume mucha más energía de la necesaria, sobre todo desde Octubre a Abril, donde la demanda de calefacción es excesivamente superior a la que debería tener si el edificio tuviese unas buenas condiciones de aislamiento térmico.

En los siguientes gráficos se muestra una comparativa entre la demanda del edificio objeto y el edificio de referencia, tanto de calefacción como de refrigeración durante todos los meses del año

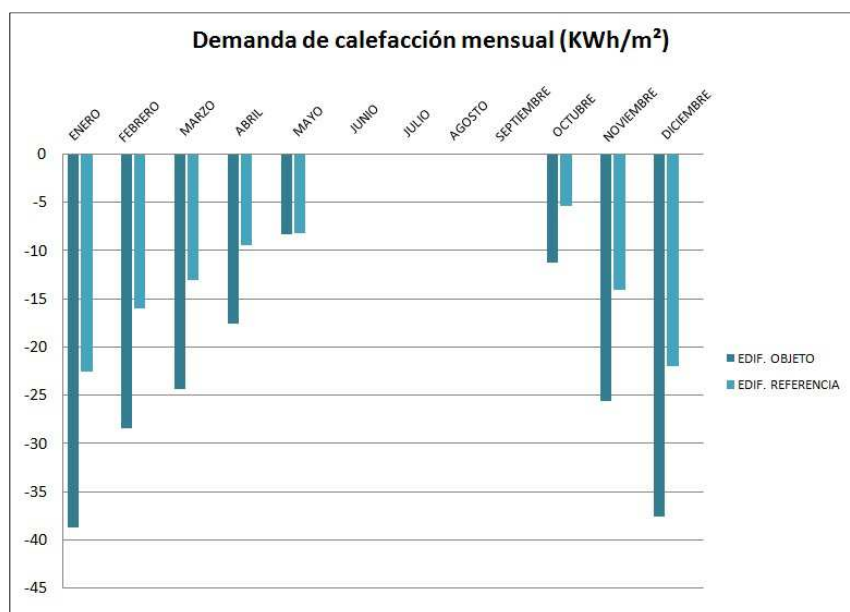


Fig. 44. Demanda calefacción mensual

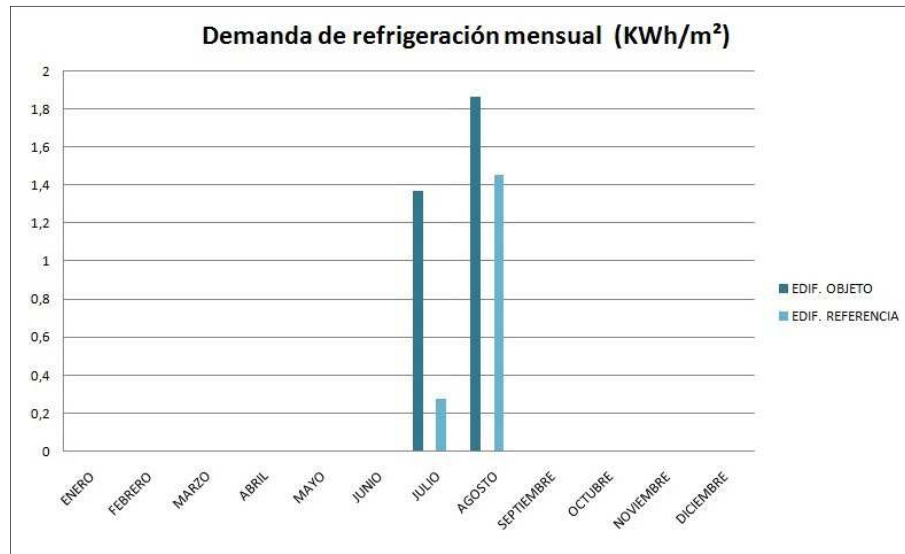


Fig. 45. Demanda refrigeración mensual

Se puede observar en la tabla y gráficos anteriores que la demanda del edificio objeto, es bastante superior a la exigida por el CTE durante todo el año, tanto en calefacción como en refrigeración. Esta diferencia se hace especialmente notable en los meses más extremos, en Noviembre, Diciembre y Enero en calefacción, y en Julio en refrigeración. Incluso en los meses con una climatología más suave, la demanda es siempre superior a la permitida.

Llama la atención la gran diferencia entre la demanda de refrigeración en Julio entre el edificio objeto y el de referencia

En la siguiente tabla aparece la demanda media anual necesaria para cada espacio.

| | DEMANDA CALEFACCIÓN | | DEMANDA REFRIGERACIÓN | |
|---------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | EDIF. OBJETO | EDIF. REFER. | EDIF. OBJETO | EDIF. REFER. |
| "P01_E01" (Dormitorio 1) | -104,50 | -125,59 | 0,00 | 0,00 |
| "P01_E02" (Entrada) | -99,34 | -141,79 | 0,00 | 0,00 |
| "P02_E01" (Salón - Comedor) | -197,88 | -92,27 | 3,78 | 1,77 |
| "P02_E02" (Pasillo) | -207,63 | -88,12 | 0,00 | 0,00 |
| "P02_E03" (Zona central) | -249,80 | -101,43 | 4,38 | 2,16 |
| "P02_E04" (Dormitorio Princip.) | -146,98 | -102,74 | 4,20 | 2,13 |
| "P02_E05" (Baño 2) | -167,91 | -130,43 | 1,78 | 1,76 |
| "P02_E06" (Dormitorio 3) | -155,33 | -119,89 | 8,24 | 6,12 |
| "P02_E07" (Cocina) | -242,79 | -112,83 | 1,90 | 0,00 |
| TOTAL | -191,52 | -105,84 | 3,24 | 1,72 |

Tabla 10. Demanda KWh/m² por zonas

De la tabla anterior se puede extraer, que los espacios con mayor demanda en calefacción son los espacios "P02_E03", "P02_E07" y "P02_E02" siendo estos la zona central (Cuarto de lavar, Dormitorio 2, Estudio y Baño 1) la cocina y el pasillo. Casualmente, estas son las zonas de la vivienda

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

que están construidas en la primera época y además la planta inferior es la zona de almacén que no está calefactada. A pesar de recibir muchas horas de sol, la falta de aislamiento en toda su envolvente hace que se necesite una gran demanda de calefacción.

El siguiente espacio con mas demanda sería el "P02_E01" que corresponde al salón. Esta zona no necesita tanta calefacción como las otras estancias ya que parte de su superficie está en contacto con el piso inferior, que está calefactado.

El siguiente bloque con mas demanda serían los espacios "P02_E05", "P02_E06" y "P02_E04" correspondientes al Baño 2, el Dormitorio 3 y el Dormitorio principal respectivamente. Esta es la zona de mas reciente construcción, además está orientada a sur-oeste y recibe más horas de sol, lo que explica que sea la zona con menos demanda de la primera planta.

Por último, las zonas con menos demanda de calefacción sería la planta baja, correspondiente a los espacios "P01_E01" y "P01_E02". Esto se debe a que solo tiene pérdidas a través de los muros, (que tienen aislamiento) y a través del terreno, que no son tan importantes como las pérdidas a través de un forjado en contacto con el exterior. Estos espacios son los únicos que cumplen las exigencias mínimas.

En relación a la refrigeración, el espacio con una considerable mayor demanda en refrigeración es el "P02_E06" que aunque se sitúa en la parte nueva de la vivienda, construida con mejores calidades, su fachada suroeste está cubierta prácticamente en toda su totalidad por ventanas, lo que provoca que reciba durante el verano una gran cantidad de radiación solar.

Los siguientes espacios con mayor demanda de refrigeración son "P02_E03" y "P02_E04" correspondientes a la zona central y al Dormitorio Principal. Esto es debido a su orientación, ya que están orientados a sureste y suroeste.

En el siguiente lugar nos encontramos el espacio "P02_E01" que corresponde al salón. Aunque su orientación principal es noreste, tiene gran superficie de cubierta sobre él. Esto provoca una ganancia de calor procedente de la cubierta

El siguiente bloque con más demanda de refrigeración es "P02_E07" y "P02_E05" Estas zonas son la Cocina y el Baño. Ambos están orientados a suroeste, pero al tener cristales con reducción del factor solar, y un cerramiento en contacto con el exterior de dimensiones reducidas, no necesita gran cantidad de demanda energética.

El espacio que menos demanda necesita es el pasillo "P02_E02", que al no recibir sol directamente, sol tiene aporte de energía a través de la cubierta.

Por último los espacios "P02_E02", "P01_E01" y "P01_E02" correspondientes al pasillo y a la planta baja no necesitan refrigeración ya que no reciben sol en todo el día.

Una vez analizado el edificio en este apartado, realizaremos la calificación de la vivienda en el siguiente apartado.

3.4 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA MEDIANTE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA CALENER

3.4.1 Generalidades de la aplicación

El programa CALENER VyP (Vivienda y Pequeño edificio terciario) es una de las herramientas informáticas y legislativas que da cuerpo al método general de la Certificación Energética según el RD 47/2007. Con ella, por tanto, podemos calificar todos los edificios de viviendas y aquellos edificios de sector terciario, cuyas instalaciones térmicas y agua caliente sanitaria se pueden simular con alguno de los modelos que el programa trae adscritos, y siempre y cuando se pueda simular su demanda bajo el programa LIDER.

Los servicios que simula el programa son Iluminación en edificios terciarios, consumo de agua caliente sanitaria y climatización (refrigeración y/o calefacción)

La calificación de eficiencia energética que se le asigna al edificio se basa en las emisiones totales de kg CO₂/m² producidas por los anteriores servicios, previstas en un año.

Del mismo modo, se pueden calificar los distintos componentes que componen la emisión global del edificio, dándonos información del comportamiento de cada uno de ellos en el conjunto del edificio

- ~ Demanda de calefacción
- ~ Demanda de refrigeración
- ~ Emisiones de climatización
- ~ Emisiones de A.C.S.
- ~ Emisiones de iluminación (solo en edificios terciarios)
- ~ Emisiones totales

La calificación de edificios de viviendas y edificios del sector terciario es completamente diferente. El presente proyecto se centra en la calificación de edificios de viviendas.

3.4.2 Certificación de edificios residenciales

La calificación de eficiencia energética asignada al edificio será la correspondiente al índice de calificación de eficiencia energética obtenido por el mismo, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

En el caso de edificios residenciales solo llega hasta la E

El índice de calificación de eficiencia energética C_1 del edificio se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$C_1 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_r} \cdot R\right) - 1}{2 \cdot (R - 1)} + 0,6$$

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

Donde:

I_o = Emisiones de CO₂ del edificio objeto calculadas de acuerdo al programa CALENER VyP y limitadas a los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

\bar{I}_r = Corresponde al valor medio de emisiones de CO₂ de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados HE1, HE2, HE3 y HE4 de la sección HE del Código Técnico de la Edificación.

R: es el ratio entre el valor de \bar{I}_r y el valor de emisiones de CO₂ de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados HE1, HE2 HE3 y HE4 de la sección HE del Código Técnico de la Edificación. (Real Decreto 47/2007) [9]

Según el índice obtenido se le asigna la correspondiente calificación:

| Calificación de eficiencia energética del edificio | |
|--|-----------------------|
| Edificios + Instalaciones | C_1 |
| Categoría A | $C_1 < 0,15$ |
| Categoría B | $0,15 \leq C_1 < 0,5$ |
| Categoría C | $0,5 \leq C_1 < 1$ |
| Categoría D | $1 \leq C_1 < 1,75$ |
| Categoría E | $1,75 < C_1$ |

Tabla 11. Índices de calificación de viviendas

3.4.3 Utilización de CALENER

Los pasos a seguir para la calificación energética de un edificio de son los siguientes:

1. Estudiar el sistema de acondicionamiento instalado en el edificio, decidiendo la combinación de elementos del programa (Sistemas, Equipos, Unidades Terminales, Factores de Corrección) que serán necesarios para modelarlo. Han de considerarse los sistemas de Calefacción, Refrigeración, Agua caliente sanitaria (ACS).
2. Recopilar la información relativa al dimensionado (potencias y rendimientos nominales, caudales, temperaturas de impulsión, rendimientos a carga parcial, etc.) requeridos por los elementos del programa (véanse las secciones de Equipos, Unidades terminales, y Factores de corrección).
3. Cargar en el programa el archivo de definición geométrica y constructiva obtenido con LIDER.
4. Definir la demanda de ACS

5. Definir los equipos y/o unidades terminales requeridos. Eventualmente importar los existentes en la base de datos del programa y, si es necesario, modificar sus propiedades
6. Definir los sistemas (incluyendo el de ACS), asociando los equipos y unidades terminales a los espacios acondicionados del edificio.
7. Calcular la calificación. Los resultados se muestran en la escala oficial, incluyendo los indicadores de emisiones de CO₂ por cada metro cuadrado habitable del edificio objeto y del edificio de referencia. Se indican los límites entre las diferentes clases de energía.

En la parte inferior del formulario se muestran las calificaciones parciales de los sistemas de calefacción, refrigeración y ACS de ambos edificios, expresando los resultados tanto en kWh/m² como en kWh/año.

Se indican asimismo, en la parte central del formulario, las demandas de calefacción y refrigeración, en kWh/m² y en kWh/año, para el edificio objeto y el de referencia.

En la lengüeta Resultados, se indican las Demandas de calefacción y refrigeración, los consumos de energía primaria y final para las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales y las Emisiones de CO₂ debidas a las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales.

8. Obtener el informe emitido por el programa. Una vez obtenidos los resultados es posible producir un informe en un archivo en formato pdf, pulsando el botón "pdf". El informe incluye la definición geométrica y constructiva del edificio (igual que la del programa LIDER), la definición del sistema del edificio objeto y la escala oficial mostrando la calificación obtenida por el edificio

El documento pdf generado, es el documento administrativo que se presentará como justificante de la calificación energética obtenida.

3.4.4 Aplicación de la herramienta en nuestro proyecto

Para poder obtener la certificación energética se han ido introduciendo en Calener VyP los datos de los equipos.

En nuestro caso se trata de un sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria, el cual funciona con una caldera convencional de gasóleo. El sistema de calefacción será mediante radiadores de agua.

Por lo tanto en la aplicación deberíamos introducir lo siguiente:

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

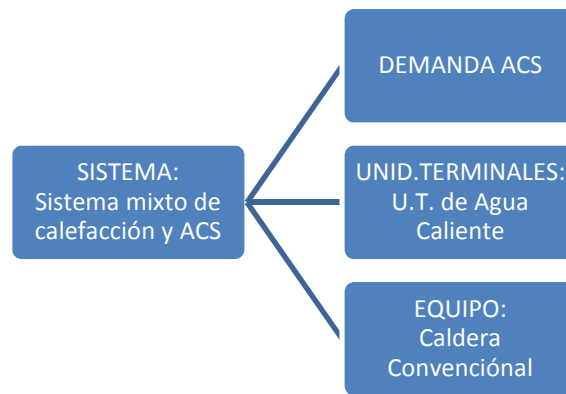


Fig. 46. Esquema sistema a introducir en Calener

Siguiendo el esquema, para poder definir el sistema, primero se ha insertado la demanda de ACS. Calener la inserta automáticamente. No obstante si quisiésemos poner la demanda exacta calculada según el Código Técnico de la Edificación, en la tabla 3.1 del Documento Básico de Ahorro de Energía, apartado 4, donde encontramos los litros de agua caliente sanitaria necesarios por persona en una vivienda unifamiliar. Si lo multiplicamos por las personas que habitan la vivienda y lo dividimos por los metros cuadrados de la vivienda obtenemos la demanda en l/m^2 día necesaria para insertar en Calener.

Otra forma de hacerlo sería irnos a la tabla 2.1 del Documento Básico de Salubridad, donde nos dice los dm^3/s consumidos por aparato instalado.

No obstante vamos a mantener la demanda que proporciona Calener. El valor que nos facilita es de $0,90 l/m^2$ día.

Seguidamente se han introducido las unidades terminales correspondientes a cada espacio, cada una con su correspondiente Capacidad Nominal. Cada espacio necesitará su medio de calefacción, por lo que se han insertado en cada espacio unidades terminales de agua caliente, es decir, radiadores convencionales abastecidos por una caldera. Cada uno de ellos tendrá la potencia que le corresponda, según las pérdidas de calor que tenga el espacio. En caso de unión de varios espacios, la potencia será la suma de cada uno de los radiadores.

En el caso del edificio objeto de este proyecto, se han estimado las potencias de cada estancia, ya que al ser un edificio existente, no procede el dimensionado. Para ello se han estimado $100W/m^2$.

El siguiente paso es introducir el equipo que dará suministro de calefacción y agua caliente sanitaria. En este caso es una caldera convencional, que utiliza como combustible gasóleo. Su Capacidad nominal es de 24 KW, y el rendimiento del 85%.

Por último se define el sistema, uniendo cada unidad terminal con cada espacio, con el equipo y con la demanda ACS.

El resultado sería el siguiente:

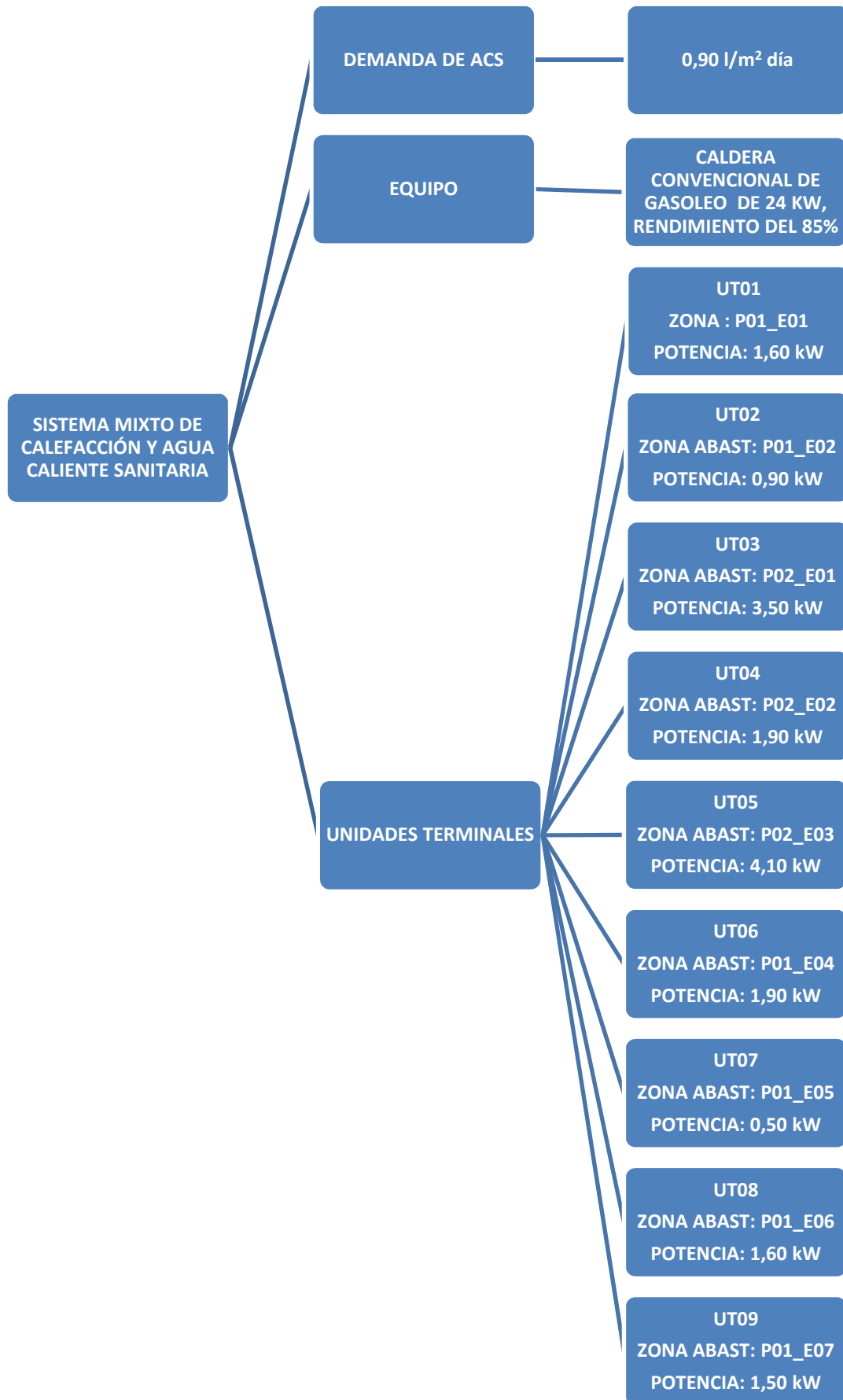


Fig. 47. Sistema mixto calefacción- ACS introducido en Calener

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

El resultado obtenido es el que indica en la figura 48

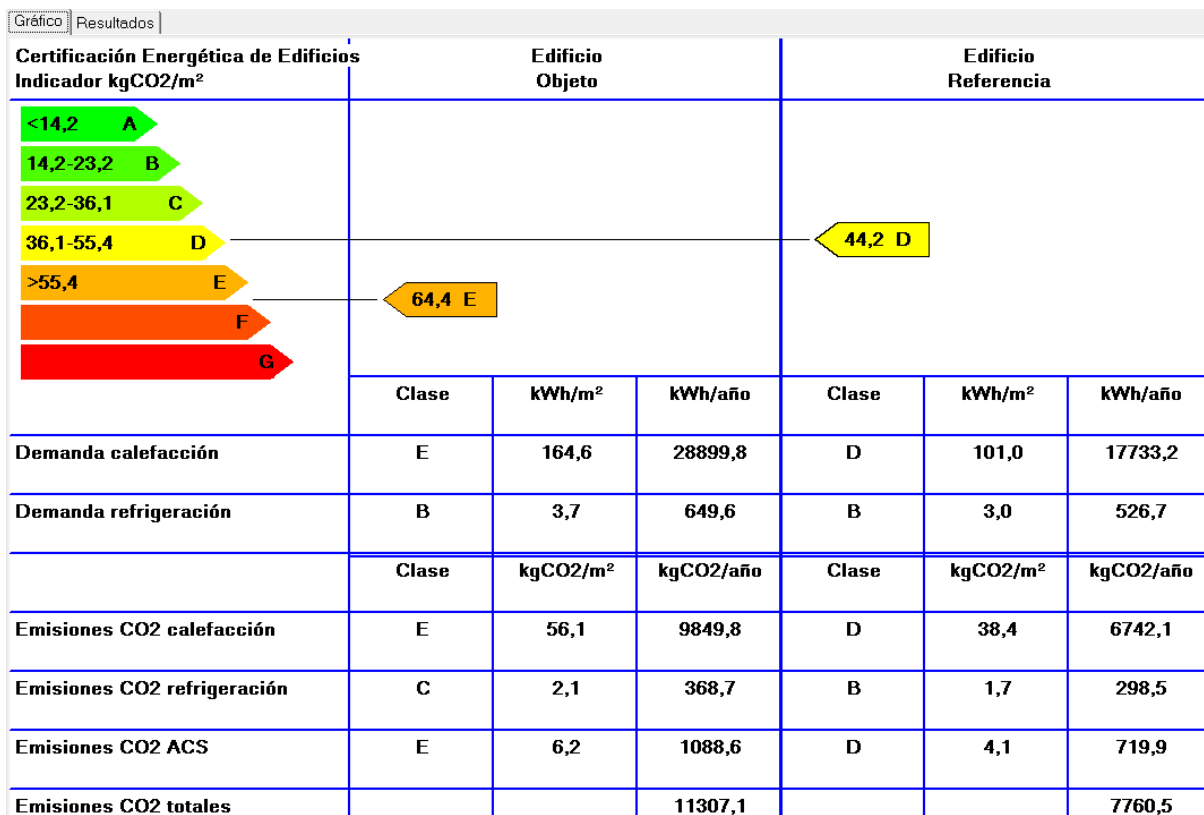


Fig. 48. Resultado Calener

Se trata de una calificación E, con unas emisiones de 11307,1 kg de CO₂ al año. Esta calificación es la mínima posible para un edificio de viviendas.

Como se observa en la tabla de resultados, la demanda de calefacción del edificio es la que obtiene peor calificación, consiguiendo una E. Esto se debe a que el edificio queda penalizado por tener como combustible gasóleo, y además, según hemos visto en el apartado anterior tiene una gran demanda de calefacción.

Dentro de las emisiones, se puede observar en la figura 48, que la mayor parte de emisiones son debidas a la calefacción, emitiendo 56,1 kgCO₂/m².

Sin embargo, la demanda de refrigeración obtiene una buena calificación B.

Llama la atención que en los resultados se muestren unas emisiones de CO₂ en refrigeración y sin embargo no se le ha introducido ningún sistema de refrigeración. Esto se debe a que la aplicación, automáticamente inserta un equipo de refrigeración en caso de que esta sea necesaria. En este caso, las emisiones debidas a refrigeración no se deberían tener en cuenta, ya que aunque Calener haya insertado un equipo, en la vivienda objeto de estudio no existe ningún equipo que suministre refrigeración.

Calener también nos muestra los resultados de la Demanda final, Consumo de energía final, Consumo de energía primaria y emisiones. El resultado es el que se muestra en la figura 49.

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|---------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| Demandas | kWh/m ² | kWh/año | kWh/m ² | kWh/año |
| Calefacción | 164,6 | 28899,8 | 101,0 | 17733,2 |
| Refrigeración | 3,7 | 649,6 | 3,0 | 526,7 |

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|------------------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| Consumos Energía Final | kWh/m ² | kWh/año | kWh/m ² | kWh/año |
| Calefacción | 195,3 | 34291,6 | 135,0 | 23706,6 |
| Refrigeración | 2,2 | 382,7 | 1,8 | 308,7 |
| ACS | 21,7 | 3800,6 | 16,5 | 2887,3 |
| Total | 219,1 | 38474,9 | 153,2 | 26902,6 |

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|---------------------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| Consumos Energía Primaria | kWh/m ² | kWh/año | kWh/m ² | kWh/año |
| Calefacción | 211,1 | 37069,2 | 156,6 | 27492,8 |
| Refrigeración | 7,3 | 1280,9 | 6,0 | 1044,3 |
| ACS | 23,4 | 4108,5 | 15,2 | 2662,6 |
| Total | 241,8 | 42458,6 | 177,7 | 31199,7 |

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Emisiones | kgCO ₂ /m ² | kgCO ₂ /año | kgCO ₂ /m ² | kgCO ₂ /año |
| Calefacción | 56,1 | 9849,8 | 38,4 | 6742,1 |
| Refrigeración | 2,1 | 368,7 | 1,7 | 298,5 |
| ACS | 6,2 | 1088,6 | 4,1 | 719,9 |
| Total | 64,4 | 11307,1 | 44,2 | 7760,5 |

Fig. 49. Resultado Calener

De estos resultados se puede extraer que la demanda en calefacción es 11.166,6 KW/h año superior a la del edificio de referencia, que sería la necesaria para poder optar a una calificación D

Respecto al Consumo de Energía, podemos decir que la vivienda objeto de este proyecto, necesita 38.474,9 KWh/año, que corresponden a 42.458,6 KWh/año de energía primaria.

También calcula los KWh/m² necesarios. El resultado obtenido es 219,1 KWh/m², quedando muy lejos de los 15 KWh/m² máximos para considerarse Passiv Haus.

3. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN ACTUAL

En relación a las emisiones, esta vivienda emite 11.307,1 kgCO₂/año a la atmosfera, casi el doble de lo que debería emitir para conseguir una calificación media, como sería la D.

3.5 CONCLUSIÓN

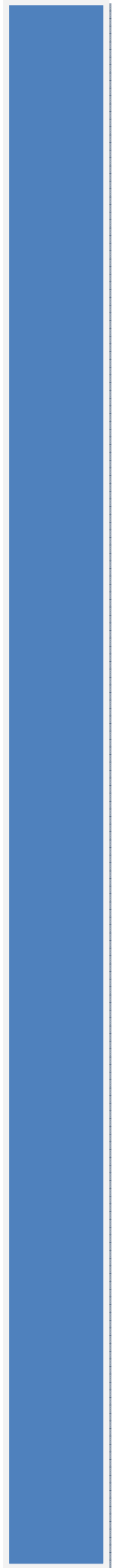
Es evidente que hay que mejorar el comportamiento térmico de esta vivienda, ya que es necesario reducir la demanda, por varios factores: el primero es disminuir el consumo de energía, lo que disminuirá las emisiones de CO₂, reducirá el gasto económico en combustible y además se mejorará el confort térmico de la vivienda.

Para reducir la demanda lo más eficaz es mejorar la envolvente térmica del edificio, aumentando el aislamiento térmico e incorporándolo en las zonas donde es inexistente. Por otra parte también es conveniente sustituir los equipos por otros más eficientes y cuidadosos con el medio ambiente.

Las soluciones más propuestas son las siguientes:

- I) Sustitución de ventanas por otras de mejor calidad,
- II) Colocación de aislamiento térmico en forjados,
- III) Colocación de aislamiento térmico en fachadas,
- IV) Sustitución de la caldera de calefacción.

CAPITULO 4
MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS
A LA VIVIENDA



4. MEJORAS ENERGETICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

4.1. INTRODUCCIÓN

Según se ha analizado en el capítulo anterior, la vivienda necesita mejorar la demanda energética tanto de calefacción como de refrigeración para mejorar la eficiencia energética y obtener una mejor calificación. Para ello lo más conveniente es mejorar la envolvente térmica del edificio. Las soluciones propuestas son las siguientes:

- I) Sustitución de ventanas por otras de mejor calidad
- II) Colocación de aislamiento en forjados
- III) Colocación de aislamiento térmico en fachadas

Además de las mejoras de la envolvente térmica, se considera necesario el cambio de los equipos de calefacción y ACS.

4.2. MEJORA DE LA ENVOLVENTE

Se van a analizar por separado las actuaciones sobre la envolvente. Dichas actuaciones van desde la sustitución de carpinterías, a la colocación de aislamiento en los forjados y mejora de la transmitancia en las fachadas

4.2.1. Sustitución de ventanas y puertas acristaladas

Para la sustitución de las carpinterías de la vivienda original por otras de mejores prestaciones. Se han elegido unas carpinterías de aluminio con rotura de puente térmico, con un coeficiente de transmitancia térmica de $4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Para el acristalamiento, se ha elegido un cristal doble bajo emisivo para todas las ventanas que no fueron cambiadas durante la reforma, con un coeficiente de transmitancia térmica de $2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ y un factor solar de 0.7.

Todo esto supone una gran mejora en la calidad de las carpinterías, ya que como se vio en la página 29, la carpintería original está compuesta por ventanas correderas de aluminio lacado con un coeficiente de transmitancia térmica sobre $5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ y un acristalamiento de tipo sencillo, de 4mm de espesor, también con un coeficiente de transmitancia térmica de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4.2.2. Colocación de aislamiento en forjados

Uno de los elementos constructivos que más pérdidas energéticas tiene de la vivienda es el forjado. Por ello, se ha optado por colocar aislamiento para mejorar el comportamiento térmico del forjado. En la planta baja, se colocará una plancha de aislamiento anclado al forjado y en la planta primera se colocará en el falso techo.

La solución adoptada para el forjado inferior es la siguiente:

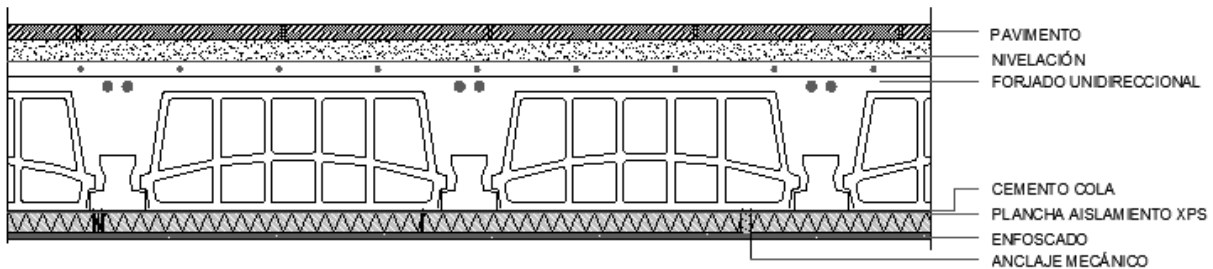


Fig. 50. Detalle rehabilitación de forjado

Una vez se haya preparado la base, y esté limpia y sin rugosidades se fijarán al forjado planchas de 4 cm de espesor mediante cemento cola. Además se colocarán anclajes mecánicos en todas las planchas para garantizar la estabilidad durante el fraguado y aumentarla después. Se colocarán mínimo en las cuatro esquinas de la plancha, siendo recomendable la colocación de otros dos anclajes en la parte media de su lado de mayor dimensión. La plancha no tendrá piel de extrusión para permitir el agarre del revestimiento. Una vez ancladas las planchas al forjado se recomienda sellar las juntas entre planchas para evitar la futura aparición de grietas

Posteriormente se colocará una capa reguladora de mortero de cemento, con una armadura de fibra de vidrio en su interior para soportar choques y movimientos.

Por último se le aplicará una capa de pintura mineral, para aumentar la estabilidad del conjunto y permitir la transpirabilidad del cerramiento.

Para el forjado de cubierta, la solución más conveniente, debido a la dificultad de acceso a la cubierta, es colocar aislamiento en el falso techo. En los lugares de la vivienda donde exista falso techo desmontable, se desmontará se colocará el aislamiento y se volverá a colocar las placas de yeso.

Donde no exista falso techo se utilizará el mismo sistema que para planta baja, salvo que la capa reguladora será de enlucido de yeso.

Realizando estas dos modificaciones se consigue mejorar bastante el comportamiento térmico de los forjados en contacto con el aire exterior, que es el caso del forjado suelo de planta primera, y los forjados en contacto con la cubierta, que es el caso del forjado techo de planta primera.

En posteriores apartados se estudiará detenidamente el comportamiento térmico de la vivienda tras las modificaciones y la mejora aportada respecto a la situación actual.

4.2.3. Colocación de aislamiento en fachadas.

Como ya se ha indicado anteriormente, es necesario aumentar el aislamiento térmico en la vivienda.

Para elegir el lugar más adecuado se valoran las ventajas y los inconvenientes de cada una de las posiciones:

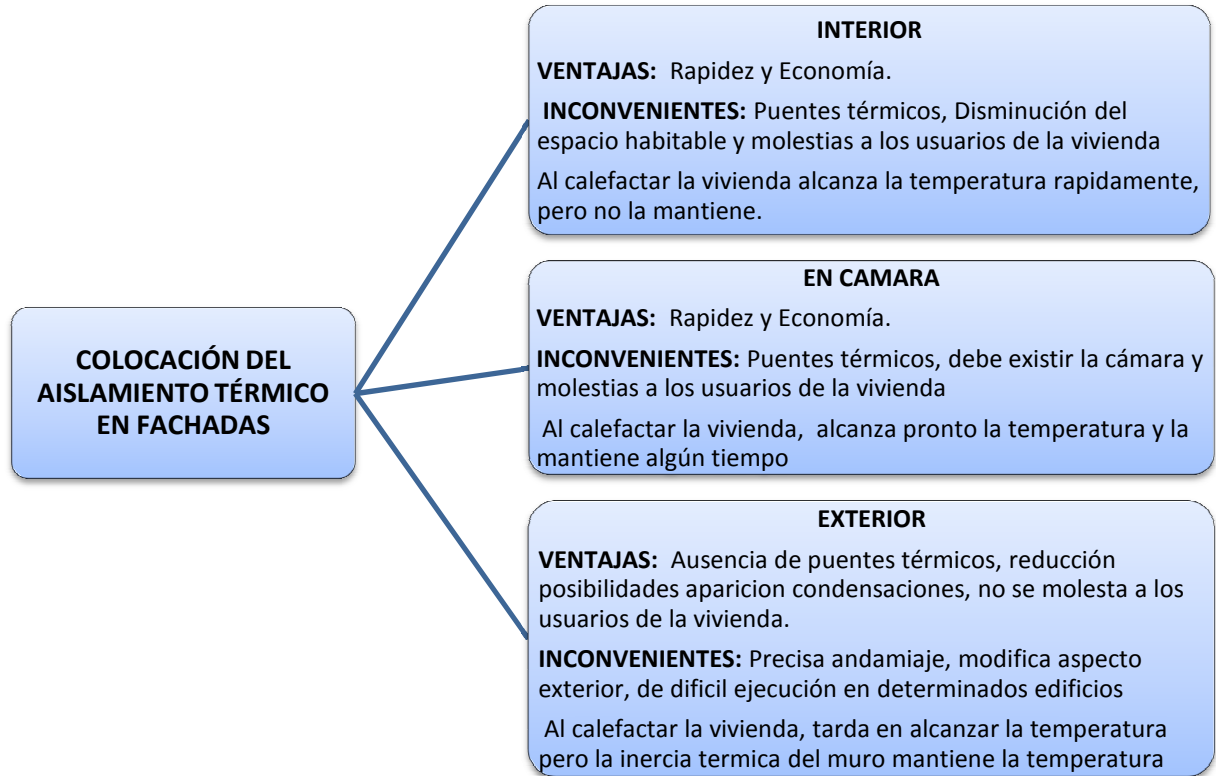


Fig. 51. Sistemas de aislamiento térmico

Considerando la vivienda, su ubicación y la climatología de la zona, se va a optar por la colocación del aislamiento por el exterior ya que evita las molestias a los usuarios de la vivienda además de evitar los puentes térmicos, y mantener la temperatura interior durante más tiempo gracias al aprovechamiento de la inercia térmica del cerramiento.

El sistema a emplear es el mismo que se ha utilizado en forjado. El esquema es el siguiente:

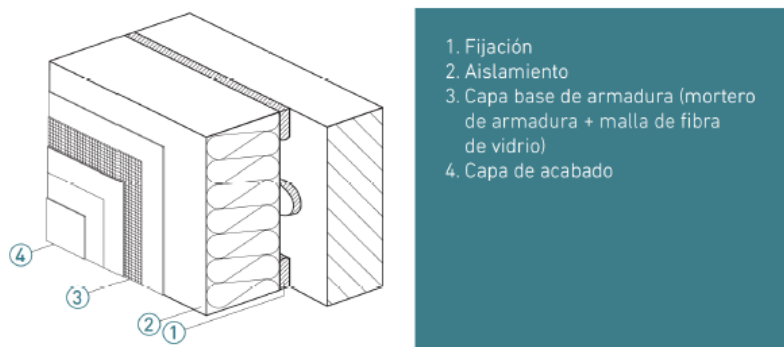


Fig. 52. Esquema sistema sate (IDAE, 2012) [10]

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

Antes de empezar a la rehabilitación de la fachada es necesario prepararla. Es necesario retirar el zócalo para dejar una superficie uniforme. Una vez retirada el zócalo que enfoscará el cerramiento para conseguir una superficie uniforme. Una vez fraguado se colocarán las planchas de poliestireno de 4 cm de espesor adheridas al soporte mediante cemento cola. Al igual que en el forjado se colocarán anclajes mecánicos, al menos uno en cada esquina de la pieza. En esta ocasión no es tan importante la colocación de anclajes intermedios ya que al estar colocados en vertical no tiene tantas posibilidades de pandeo como si estuviese colocado en horizontal.

Una vez colocadas las planchas de poliestireno, se enfoscará, colocando en su interior una malla de fibra de vidrio para mejorar su comportamiento mecánico. Para el correcto funcionamiento de la malla, es importante que se coloque una pequeña capa de enfoscado, entre 0,5 y 1 cm de espesor, se coloque la malla sobre el mortero y se termine de enfoscado con el resto de la capa necesaria. Esto es importante ya que así se asegura la correcta posición de la malla dentro del enfoscado.

Por último, una vez fraguado, se pintará con pintura mineral, que va a aumentar la estabilidad del conjunto, y además va a permitir la transpirabilidad del muro, además de darle un acabado impermeable.

El esquema es el siguiente:

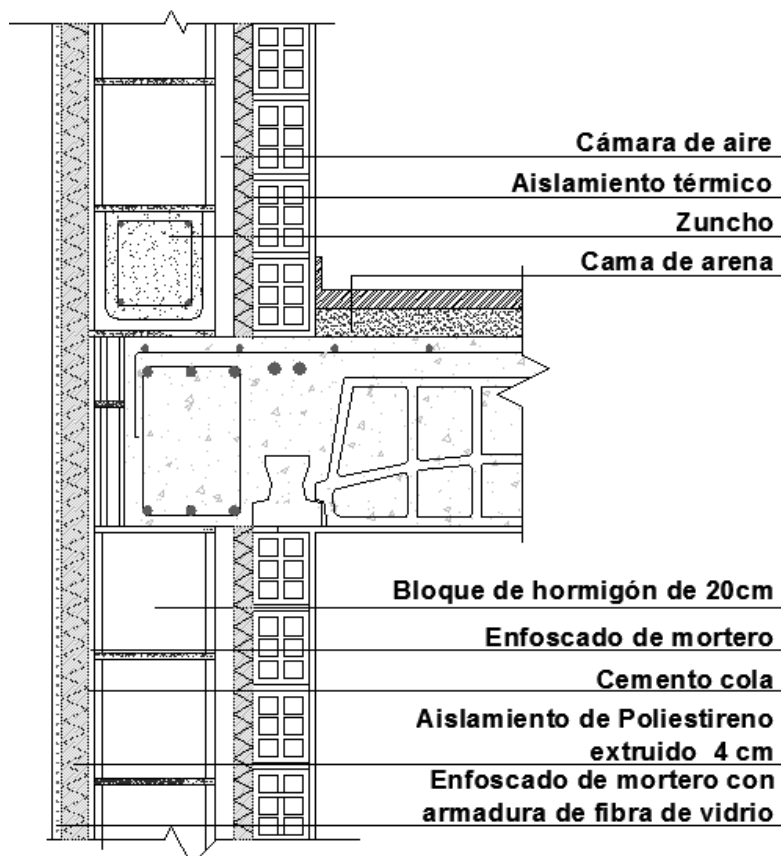


Fig. 53. Detalle rehabilitación de fachada

En el próximo capítulo se analizarán los costes económicos de las soluciones adoptadas para poder obtener la rentabilidad de las soluciones adoptadas

4.3. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCIÓN GENERAL MEDIANTE HERRAMIENTA INFORMÁTICA LIDER

Para modificar los datos anteriormente mencionados, simplemente actualizamos la base de datos del programa, introduciendo los materiales nuevos las nuevas soluciones constructivas.

El resultado de la nueva envolvente es el siguiente:

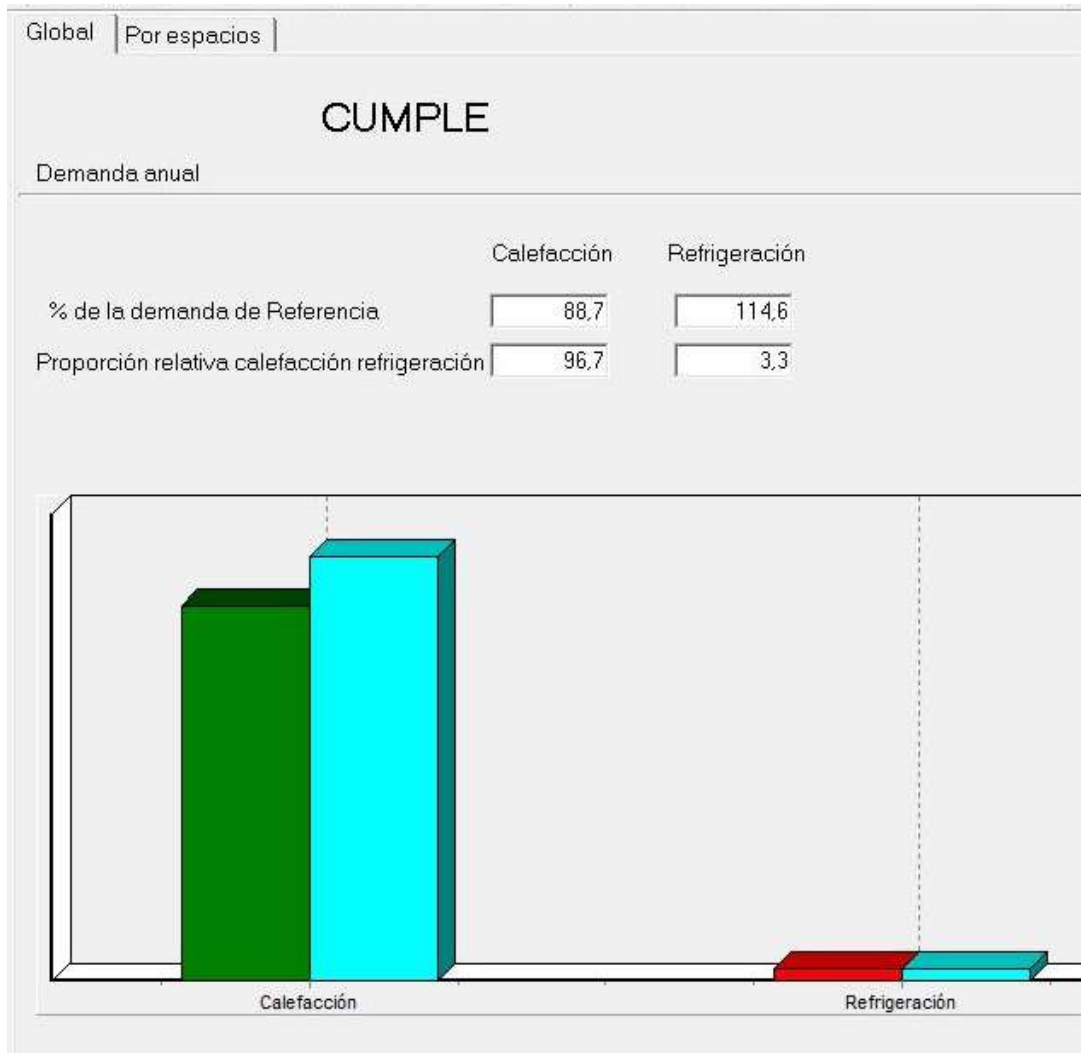


Fig. 54. Resultados LIDER

La nueva envolvente nos asegura el cumplimiento aunque la demanda de refrigeración aun habiendo sido reducida, sigue siendo un 14,6 % superior a la del edificio de referencia.

Posteriormente se analizarán más detalladamente los resultados obtenidos.

En la siguiente imagen aparecen los resultados que LIDER muestra por espacios.

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

| Global | | Por espacios | | | | | |
|--------------|----------------|---------------------|-------------|----------|---------------|----------|--|
| Espacios | m ² | nº espacios iguales | Calefacción | | Refrigeración | | |
| | | | % de max | % de ref | % de max | % de ref | |
| P01_E01 | 15,7 | 1 | 79,7 | 64,0 | 0,0 | 0,0 | |
| P01_E02 | 8,4 | 1 | 81,2 | 58,7 | 0,0 | 0,0 | |
| P02_E01 | 35,3 | 1 | 82,2 | 99,3 | 44,6 | 188,5 | |
| P02_E02 | 19,3 | 1 | 72,9 | 103,6 | 0,0 | 0,0 | |
| P02_E03 | 41,6 | 1 | 82,9 | 102,3 | 57,8 | 108,8 | |
| P02_E04 | 19,3 | 1 | 82,6 | 84,3 | 23,5 | 52,2 | |
| P02_E05 | 4,7 | 1 | 100,0 | 80,3 | 0,0 | 0,0 | |
| P02_E06 | 16,4 | 1 | 92,8 | 81,2 | 100,0 | 130,2 | |
| P02_E07 | 14,7 | 1 | 93,7 | 98,9 | 21,8 | 104,9 | |
| Total | 175,6 | | | | | | |

Fig. 55. Resultados LIDER por espacios

Si analizamos los resultados por espacios, se puede observar que los espacios con más demanda de calefacción son: el Baño 2 “P02_E05”, el Dormitorio 3 “P02_E06” y la cocina “P02_E07”.

Del archivo “resultados” obtenemos los siguientes datos

| | DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN |
|------------------------|------------------------|--------------------------|
| EDIFICIO OBJETO | -87,45 | 2,95 |
| EDIFICIO DE REFERENCIA | -105,84 | 1,73 |

Tabla 12. Comparación demandas KWh/m² edificio objeto y edificio de referencia

De esta tabla se puede extraer que la demanda de calefacción del edificio objeto es un 17,37% (18,39 KWh/m²) inferior a la demanda del edificio de referencia, y que la demanda de refrigeración es un 70.52% (1,22 KWh/m²) superior a la del edificio de referencia. Sin embargo dicha demanda es mucho más reducida que la de calefacción

En la tabla y los gráficos que se presentan a continuación podemos observar que la demanda de calefacción se ha reducido, siendo en todos los meses inferiores a los del edificio de referencia. Sin embargo, la demanda de refrigeración es superior a la del edificio de referencia en los dos meses en los que es exigible. No obstante es mucha menor la de demanda de refrigeración que de calefacción (KWh/m² en calefacción frente a 2,95 KWh/m² en refrigeración), por lo que no tiene tanta repercusión.

| | DEMANDA CALEFACCIÓN | | DEMANDA REFRIGERACIÓN | |
|------------|---------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | EDIF. OBJETO | EDIF. REFERENCIA | EDIF. OBJETO | EDIF. REFERENCIA |
| ENERO | -18,55 | -22,47 | 0,00 | 0,00 |
| FEBRERO | -13,23 | -15,92 | 0,00 | 0,00 |
| MARZO | -10,76 | -13,05 | 0,00 | 0,00 |
| ABRIL | -7,58 | -9,43 | 0,00 | 0,00 |
| MAYO | -7,07 | -3,81 | 0,00 | 0,00 |
| JUNIO | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| JULIO | 0,00 | 0,00 | 1,24 | 0,28 |
| AGOSTO | 0,00 | 0,00 | 1,70 | 1,45 |
| SEPTIEMBRE | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| OCTUBRE | -4,30 | -5,28 | 0,00 | 0,00 |
| NOVIEMBRE | -11,63 | -14,01 | 0,00 | 0,00 |
| DICIEMBRE | -18,27 | -21,88 | 0,00 | 0,00 |

Tabla 13. Demandas KWh/m² edificio objeto y edificio de referencia mensuales

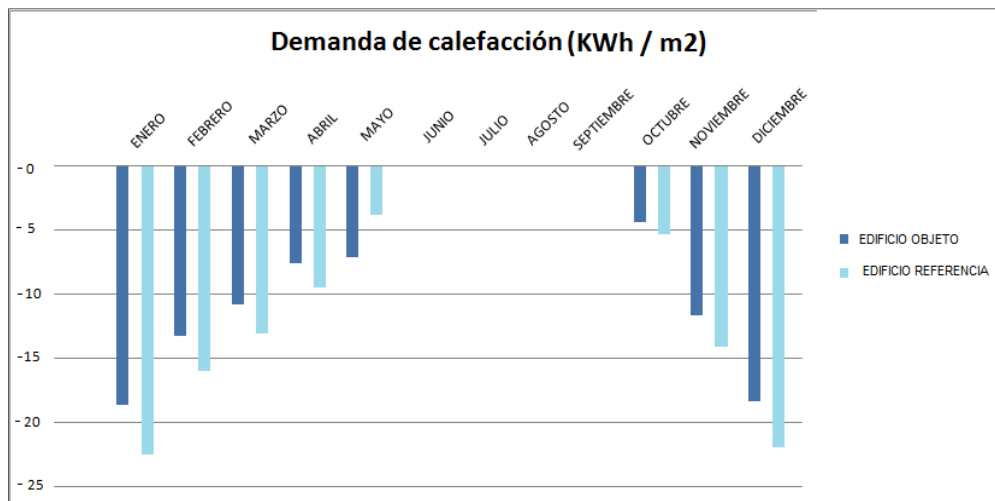


Fig. 56. Demanda de calefacción (KWh/m²)

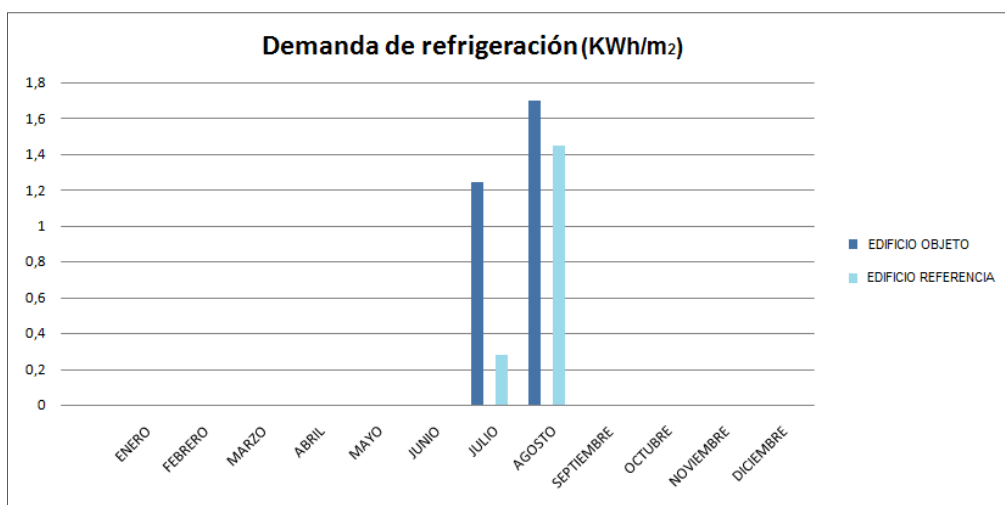


Fig. 57. Demanda de refrigeración (KWh/m²)

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

En la siguiente tabla, se analizan la demanda en KWh/m² por espacios.

| | DEMANDA CALEFACCIÓN | | DEMANDA REFRIGERACIÓN | |
|---------------------------------|---------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | EDIF. OBJETO | EDIF. REFER. | EDIF. OBJETO | EDIF. REFER. |
| "P01_E01" (Dormitorio 1) | -83,44 | -125,59 | 0,00 | 0,00 |
| "P01_E02" (Entrada) | -84,93 | -141,79 | 0,00 | 0,00 |
| "P02_E01" (Salón - Comedor) | -86,03 | -92,27 | 3,61 | 1,77 |
| "P02_E02" (Pasillo) | -76,26 | -88,12 | 0,00 | 0,00 |
| "P02_E03" (Zona central) | -86,79 | -101,43 | 4,67 | 2,16 |
| "P02_E04" (Dormitorio Princip.) | -86,49 | -102,74 | 1,90 | 2,13 |
| "P02_E05" (Baño 2) | -104,65 | -130,43 | 0,00 | 1,76 |
| "P02_E06" (Dormitorio 3) | -97,09 | -119,89 | 8,09 | 6,12 |
| "P02_E07" (Cocina) | -98,05 | -112,83 | 1,76 | 0,00 |
| TOTAL | -87,44 | -105,84 | 2,95 | 1,72 |

Tabla 14. Demanda KWh/m² por zonas

De la tabla anterior se puede extraer, que los espacios con mayor demanda en calefacción son el baño 2, la cocina y el dormitorio 3. Casualmente, estas estancias son algunas de las que no se han cambiado las carpinterías, manteniendo las anteriores, que aún no teniendo malas prestaciones no son tan aislantes como las nuevas a colocar. Aquí se puede demostrar las ventajas de un vidrio aislante térmicamente.

El siguiente espacio con más demanda corresponde a la zona central (Cuarto de lavar, Dormitorio 2, Estudio y Baño 1), el Dormitorio Principal y el Salón-Comedor. Dentro de este bloque están por un lado la zona central y el Salón-Comedor, que han mejorado mucho su comportamiento térmico con el aislamiento. Han pasado a tener la tercera parte de la demanda que tenía anteriormente. Por otra parte, el Dormitorio principal, aunque se ha mejorado el cerramiento, sigue conservando la carpintería anterior. Sin embargo al ser menor el porcentaje de acristalamiento que en los casos del punto anterior, requiere menor demanda que estos.

En el siguiente escalón están los espacios correspondientes a la planta baja. Estos espacios son los que menos demanda requieren, ya que no tienen pérdidas por el techo, y los muros y el suelo están aislados.

Por último, el espacio que menos demanda energética necesita es pasillo.

4.4. ANÁLISIS DE MEJORAS

En este apartado se va a analizar la eficacia de las mejoras aplicadas. Se van a comparar los resultados obtenidos con LIDER, antes y después de mejorar la envolvente. Así veremos la efectividad de las mejoras, pudiendo valorar la conveniencia de realizarlas o si por el contrario los beneficios aportados no son suficientes, aunque a priori se puede suponer que si lo van a ser.

4.4.1. Mejora de la transmitancia de muros

En la tabla 15 se puede ver la mejora obtenida en la transmitancia de la envolvente. En la primera columna se muestran los valores de U antes de la mejora; en la segunda, tras aplicarle los cambios y en la tercera los valores establecidos en la tabla 2.1 del DB HE 1 para una zona climática D.

En las siguientes tres columnas aparece el porcentaje del coeficiente de transmitancia térmica de antes de intervenir la vivienda respecto al límite del CTE en la tercera, el porcentaje de después de intervenir respecto al límite en la cuarta, y en la última el porcentaje que se ha reducido en la intervención.

| | U W/m ² K | | | % | | |
|----------------------|----------------------|------------------|---------|------------------------|------------------------|-------------|
| | ANTES | U _{LIM} | DESPUES | ANTES/U _{LIM} | DESP./U _{LIM} | ANTES/DESP. |
| Fachada principal | 0,59 | 0,86 | 0,35 | 68,60% | 40,70% | 40,68% |
| Fachada posterior | 0,42 | 0,86 | 0,28 | 48,84% | 32,56% | 33,33% |
| Cerramiento a patio | 0,6 | 0,86 | 0,35 | 69,77% | 40,70% | 41,67% |
| Medianera | 0,52 | 1 | 0,52 | 52,00% | 52,00% | 0,00% |
| Medianera zona nueva | 0,43 | 1 | 0,43 | 43,00% | 43,00% | 0,00% |
| Forjado | 1,81 | 0,64 | 0,63 | 282,81% | 98,44% | 65,19% |
| Forjado zona nueva | 0,68 | 0,64 | 0,4 | 106,25% | 62,50% | 41,18% |
| Cubierta plana | 0,82 | 0,49 | 0,44 | 167,35% | 89,80% | 46,34% |
| Cubierta inclinada | 0,49 | 0,49 | 0,34 | 100,00% | 69,39% | 30,61% |

Tabla 15. Análisis coeficiente transmitancia térmica

En el siguiente gráfico aparece una comparación de los coeficientes de transmitancia térmica, antes y después de la mejora de la envolvente, y el valor límite establecido en el CTE para la zona climática D (valor central de referencia).

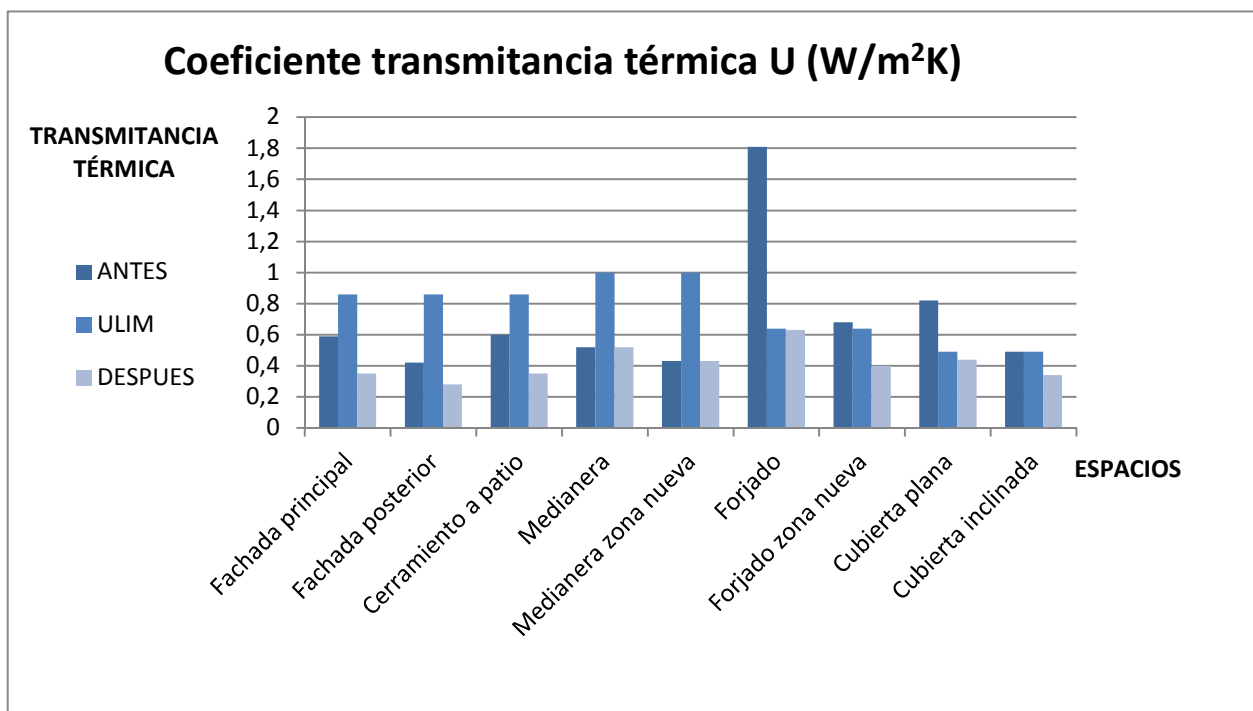


Fig. 58. Comparación coeficientes transmitancia térmica

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

Se observa que inicialmente ni los forjados ni la cubierta plana cumple, y llama especialmente la atención el forjado existente, que triplica el límite permitido. Además de estos superar el límite la cubierta inclinada, que alcanza con el valor límite, por lo que tampoco es una buena solución constructiva.

Por otra parte están los cerramientos exteriores y las medianeras, que cumplen todos con las exigencias, especialmente de forma holgada los que pertenecen a la parte reformada.

Con la mejora de los elementos conseguimos que todo cumpla, aunque existen dos elementos que cumplen las exigencias de forma muy justa (el forjado y la cubierta plana). Además de que cumplan todos los elementos constructivos se ha conseguido que los cerramientos exteriores tengan un comportamiento térmico muy bueno.

Si comparamos los coeficientes de transmisión térmica existentes con los conseguidos tras la modificación, el elemento que mayor porcentaje de reducción ha conseguido es el forjado, que ha sido reducido en un 60% aproximadamente. El resto de elementos, salvo las medianeras que no han sido modificadas, se ha reducido alrededor del 40%.

4.4.2. Mejora de la demanda total

En la siguiente tabla y gráficas se muestra los KWh/m² anuales antes de aplicar las mejoras y después, y la demanda de referencia.

| | ANTES | DESPUES | EDIFICIO DE REFERENCIA |
|-----------------------|---------|---------|------------------------|
| DEM.DE CALEFACCIÓN | -197,52 | -87,45 | -105,84 |
| DEM. DE REFRIGERACIÓN | 3,23 | 2,95 | 1,73 |

Tabla 16. Comparación demandas KWh/m² edificio objeto antes y después y edificio de referencia

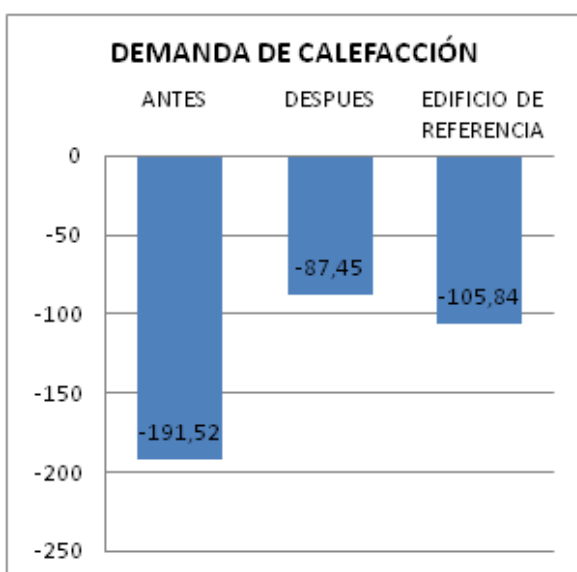


Fig. 59. Comparación demanda de calefacción

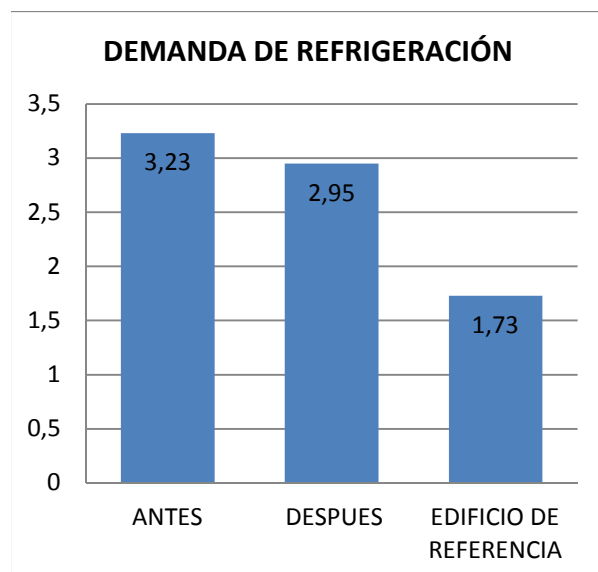


Fig. 60. Comparación demanda de refrigeración

En estos gráficos podemos observar que la demanda de calefacción se ha reducido a más de la mitad, bajando la demanda 104,07 KWh/m² bajando de la demanda exigida por el CTE 18,39 KWh/m². Sin embargo la refrigeración no se ha conseguido reducir a los niveles exigidos por el CTE. No obstante la diferencia entre la demanda conseguida y la del edificio de referencia son 1,22 KWh/m², nada comparable con la demanda de calefacción.

Para hacernos una idea de la situación de esta vivienda, se pueden comparar estos valores con los máximos permitidos para que pudiese considerarse una Passiv Haus. Los valores límites de demanda para esta tipología de vivienda sostenible es de 15 KWh/m², es decir, aún comparando el resultado obtenido tras aplicar las mejoras, estamos 72 KWh/m² por encima del valor permitido para este estándar.

Si pasamos la comparativa entre las dos situaciones a euros, teniendo en cuenta el total de KWh para la vivienda, que teniendo en cuenta el Poder Calorífico del Gasóleo (Combustible utilizado en la vivienda para calefacción) y el precio del litro de combustible, obtenemos que tan solo con la mejora de la envolvente obtenemos un ahorro de 1936,72€/año.

4.4.3. Mejora de la demanda por espacios

En la siguiente tabla y gráfica, se va a analizar la demanda de calefacción por espacios, antes y después de las modificaciones, y esta demanda respecto al edificio de referencia.

| | DEMANDA CALEFACCIÓN | | | % | | |
|-----------------------------|---------------------|---------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|
| | ANTES | DESPUES | EDIFICIO REFER. | ANTES / EDIF. REF | DESPUES / EDIF. REF | DESPUES / ANTES |
| "P01_E01" (Dormitorio 1) | -104,5 | -83,44 | -125,59 | 83,21% | 66,44% | 79,85% |
| "P01_E02" (Entrada) | -99,34 | -84,93 | -141,79 | 70,06% | 59,90% | 85,49% |
| "P02_E01" (Salón - Comedor) | -197,88 | -86,03 | -92,27 | 214,46% | 93,24% | 43,48% |
| "P02_E02" (Pasillo) | -207,63 | -76,26 | -88,12 | 235,62% | 86,54% | 36,73% |
| "P02_E03" (Zona central) | -249,8 | -86,79 | -101,43 | 246,28% | 85,57% | 34,74% |
| "P02_E04" (Dormitorio Pral) | -146,98 | -86,49 | -102,74 | 143,06% | 84,18% | 58,84% |
| "P02_E05" (Baño 2) | -167,91 | -104,65 | -130,43 | 128,74% | 80,23% | 62,33% |
| "P02_E06" (Dormitorio 3) | -155,33 | -97,09 | -119,89 | 129,56% | 80,98% | 62,51% |
| "P02_E07" (Cocina) | -242,79 | -98,05 | -112,83 | 215,18% | 86,90% | 40,38% |
| TOTAL | -191,52 | -87,44 | -105,84 | 180,95% | 82,62% | 45,66% |

Tabla 17. Comparación demandas KWh/m² de calefacción por espacios

En esta tabla se observa que antes de realizar las mejoras, apenas había espacios que cumplían los requisitos del edificio de referencia y después los cumplen todos.

La siguiente imagen corresponde a una gráfica donde se indican esta comparación de demandas.

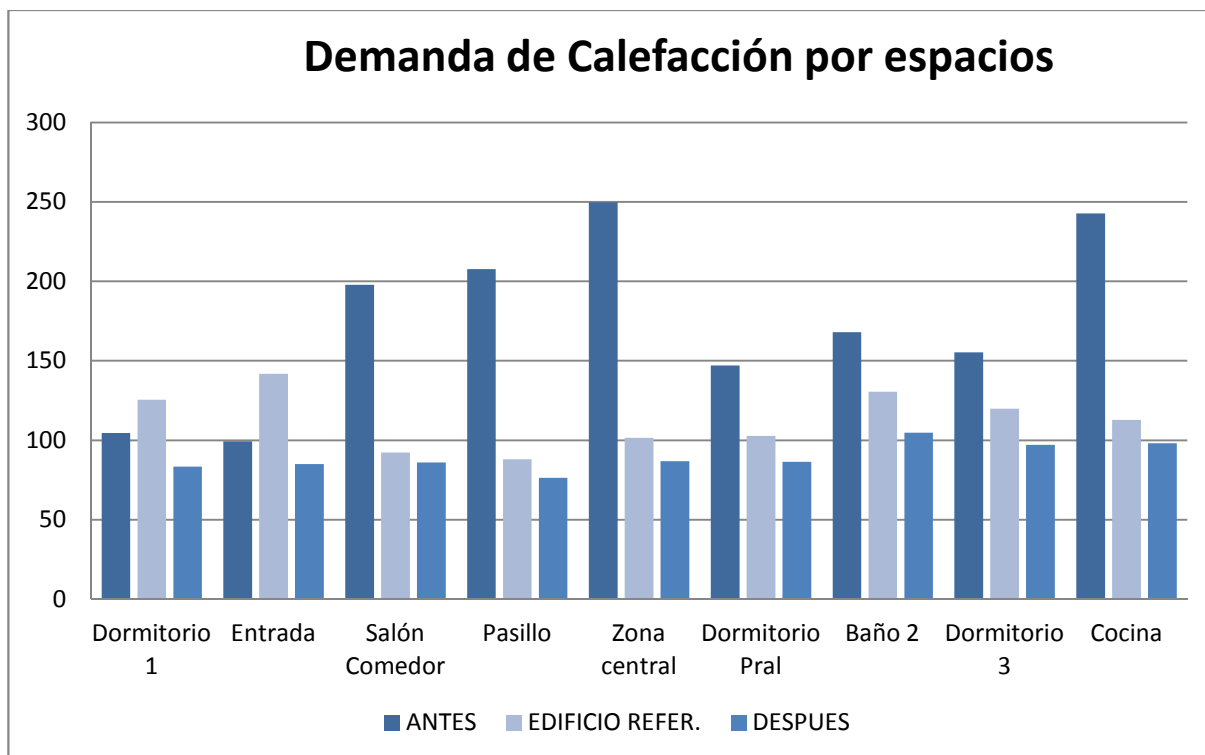


Fig. 61. Gráfico comparación demanda de calefacción por espacios

Como se puede observar, salvo los espacios de la planta baja, antes de la mejora de la envolvente no cumplía ningún espacio. Sin embargo después cumplen todos. Cabe destacar la importante reducción de demanda del pasillo y la zona central, que han reducido la demanda en un 65% aproximadamente.

En la siguiente tabla y gráfica se analiza la demanda de refrigeración.

| | DEMANDA REFRIGERACIÓN | | |
|-----------------------------|-----------------------|---------|---------------------|
| | ANTES | DESPUES | EDIFICIO REFERENCIA |
| "P01_E01" (Dormitorio 1) | 0 | 0 | 0 |
| "P01_E02" (Entrada) | 0 | 0 | 0 |
| "P02_E01" (Salón - Comedor) | 3,78 | 3,61 | 1,77 |
| "P02_E02" (Pasillo) | 0 | 0 | 0 |
| "P02_E03" (Zona central) | 4,38 | 4,67 | 2,16 |
| "P02_E04" (Dormitorio Pral) | 4,2 | 1,9 | 2,13 |
| "P02_E05" (Baño 2) | 1,78 | 0 | 1,76 |
| "P02_E06" (Dormitorio 3) | 8,24 | 8,09 | 6,12 |
| "P02_E07" (Cocina) | 1,9 | 1,76 | 0 |
| TOTAL | 3,24 | 2,95 | 1,72 |

Tabla 18. Comparación demandas KWh/m² de refrigeración por espacios

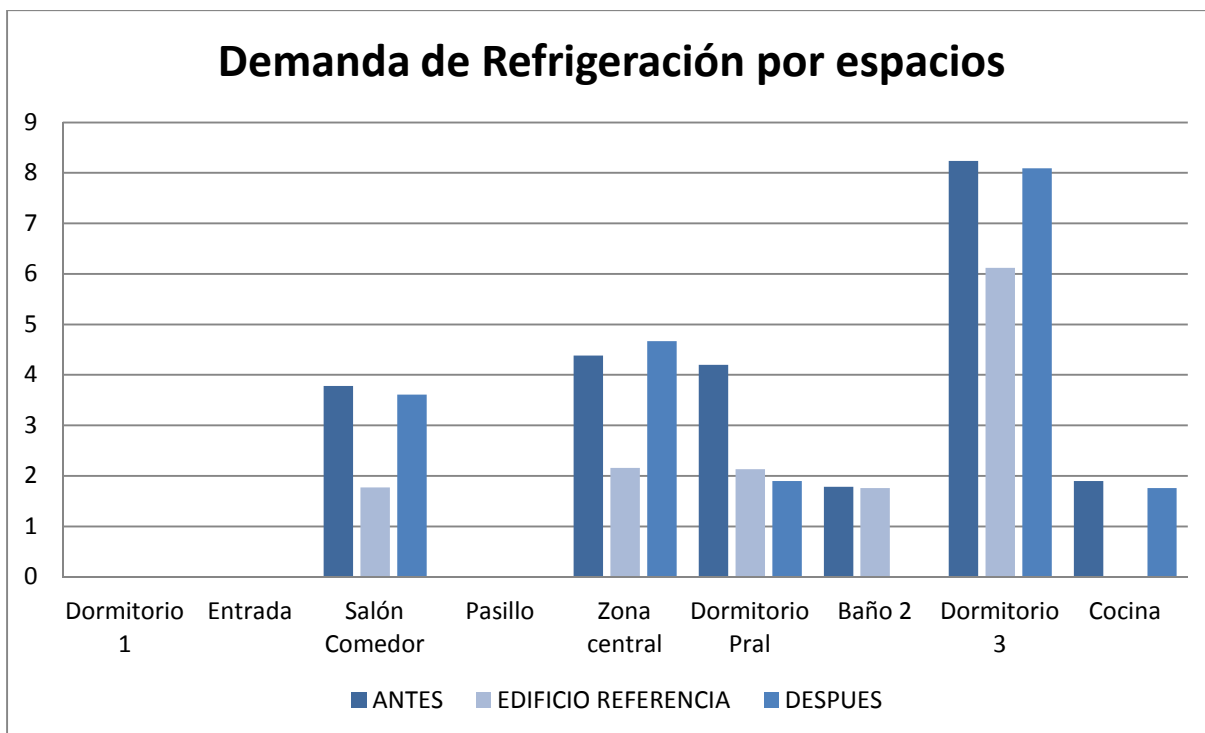


Fig. 62. Gráfico comparación demanda de refrigeración por espacios

De la gráfica anterior se puede extraer que la demanda de refrigeración es mucho mayor a la del edificio de referencia en la mayoría de espacios.

Por ejemplo, el salón comedor, la zona central y el dormitorio principal duplican la demanda del edificio de referencia. Otro caso es la cocina que a pesar de que según el edificio de referencia no debería tener demanda de refrigeración, necesita aproximadamente la misma que el resto.

Por otro lado están el dormitorio 1, la entrada y el pasillo que no necesitan refrigeración, y el baño 2 que tampoco necesita refrigeración, y sin embargo el edificio de referencia si la necesitaría.

4.5. MEJORA DE INSTALACIONES

Como hemos visto anteriormente, es conveniente sustituir la caldera actual por una de mejores prestaciones. Se ha optado por una caldera de biomasa, ya que dentro de las opciones existentes para una población rural a la que no llega el suministro de gas, es la más rentable además de utilizar energía renovable.

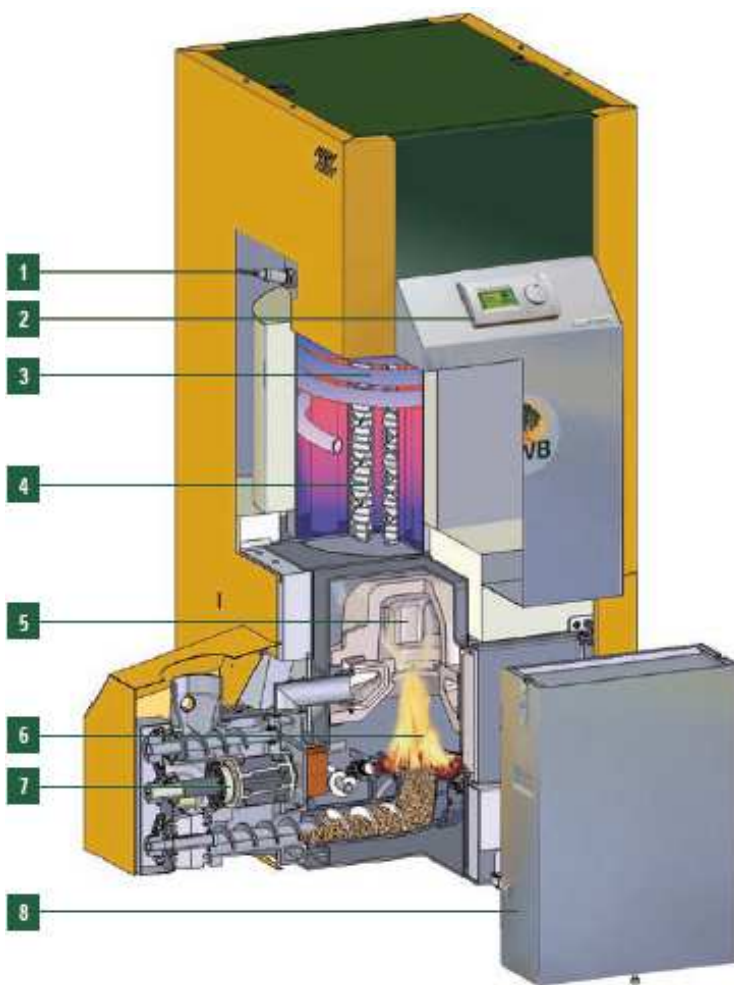
4.5.1. Funcionamiento caldera de Biomasa

Una caldera de biomasa funciona exactamente igual que una caldera de combustibles fósiles. La única diferencia es el no quemar combustibles fósiles y se consigue, por un lado un importante ahorro económico en la compra de combustible y por el otro una gran disminución de emisiones de carbono y azufre. Según el tipo de combustible, las calderas se pueden dividir en varios tipos:

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

- Calderas de Biomasa Granulada: Son aquellas que únicamente consumen biomasa granulada e uniformes. Suelen ser de potencia doméstica y funcionan con Pellets, huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos totalmente triturados (normalmente mezclados).
- Calderas de Biomasa de Policombustible: Son aquellas calderas que pueden consumir la mayoría de combustibles siempre que esté triturada. Por lo tanto no es uniforme. Estas calderas suelen ser más grandes y tienen sondas que controlan constantemente los gases de combustión. Los sistemas de carga tienen elementos de carga con componentes que facilitan la alimentación del quemador.
- Calderas de Troncos: Utilizan troncos para su combustión

La caldera, viene con una tolva incorporada. Es conveniente montar un depósito exterior (silo). La biomasa del silo alimentará la tolva a través de un tornillo sinfín o sistema de succión. El combustible entra de la tolva al quemador por medio de un tornillo sinfín. Para biomasa granulada se utilizan tornillos sinfín o sistemas de succión. Se utilizan ballestas giratorias y tornillos sinfín conjuntamente para biomasa no uniforme (ejemplo astillas). En ambos casos, los sistemas de carga funcionan de manera totalmente automática.



1. Sonda lambda de banda ancha para medir con exactitud la cantidad de oxígeno.

2. Manejo y regulación: manejo sencillo, adaptación de potencia moduladora (gradual), regulación de de presión, supervisión del número de revoluciones del motor Stoker, ventilador de tiro y de combustión

3. Elevación de temperatura de reflujo integrada con caudal variable

4. Intercambiador de calor con limpieza automática compuesto por muelles de limpieza y turbuladores de alta eficiencia

5. Separador de polvo con efecto ciclón

6. Sistema de combustión: Hogar de alimentación por debajo, de aluminio y fundición, con plato de combustión de acero fino y KWB EasyFlex – fiable con combustibles de diferentes calidades

7. Dispositivo cortafuegos: Esclusa de rueda celular con siete cámaras de transporte; tornillo sinfín dosificador para alimentación de pellets controlada

8. Descarga de ceniza automática en un contenedor de ceniza

Fig. 63. Funcionamiento caldera biomasa

El quemado del combustible se produce en la zona de combustión. El calor generado es transmitido al circuito de agua en el intercambiador incorporado en la caldera. Esta agua caliente se utiliza para calefacción, para producir agua caliente sanitaria, calefacción de piscinas, etc. La calefacción puede ser por cualquiera de los sistemas convencionales de agua, por ejemplo, suelo radiante, radiadores o fancoils.

Para conseguir una mayor eficiencia energética y por lo tanto disminuir el consumo de biomasa se recomienda el uso de un depósito de inercia. El depósito de inercia actúa como una "pila de calor". La caldera "carga" la pila y el sistema de calefacción, ACS, intercambiador de piscina, etc. toma el calor que necesita de la "pila" y no de la caldera directamente, tal como indica el esquema a continuación.

4.5.2. Selección del biocombustible

Para la selección del combustible de la caldera de biomasa vamos a tener en cuenta los pellets, las astillas de madera y los residuos agroindustriales. Se va a desestimar la opción de leña y briquetas por su gran tamaño, poca manejabilidad y dificultad de carga automática.

En la guía de "Calefacción en grandes edificios con biomasa. Aspectos técnicos básicos" [11] publicada en 2002 por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía aparece la tabla 19, en la que refleja los datos básicos de los biocombustibles de uso más común en edificación.

| Datos básicos de biocombustibles | | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| | Pellets de madera | Astillas de madera seca | Residuos agroindustriales |
| Poder calorífico inferior | 17,0 GJ/t | 13,4 GJ/t | 14,6 - 16,7 GJ/t |
| Por kg | 4,7 kWh/kg | 3,4 kWh/kg | 4,0 - 4,7 kWh/kg |
| Por m ³ | 3.077 kWh/m ³ | 744 kWh/m ³ | 744 - 2500 kWh/m ³ |
| Humedad | 8% | 25% | 10 - 40% |
| Densidad | 650 kg/m ³ | 200 kg/m ³ | 200 - 500 kg/m ³ |
| Contenido de cenizas | 0,50% | 1% | 1 - 2 % |

Tabla 19. Comparación datos básicos biocombustibles

No obstante, a pesar de los datos indicados en la tabla, hay que tener en cuenta que las prestaciones, el rendimiento y el adecuado funcionamiento de la caldera se deben principalmente a la calidad del combustible, por lo tanto los datos mostrados en la tabla son estimativos para ayudar a la elección del biocombustible más idóneo.

Además de la calidad del biocombustible también hay que tener en cuenta el correcto tratamiento, el transporte, el almacenamiento y la manipulación para garantizar una combustión óptima. Hay que conservar el combustible a temperaturas suaves y constantes, con un grado de humedad no muy elevado. Además se debe evitar el contacto con metales, atmosferas contaminadas... ya que esto podría suponer o una disminución del poder calorífico, o un aumento del contenido de cenizas, lo que provocaría la necesidad de un mayor mantenimiento de la caldera.

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

La utilización de cualquiera de estos combustibles tiene ventajas y desventajas. Vamos a analizar algunas de ellas, basándonos nuevamente en la guía de “Calefacción en grandes edificios con biomasa. Aspectos técnicos básicos”

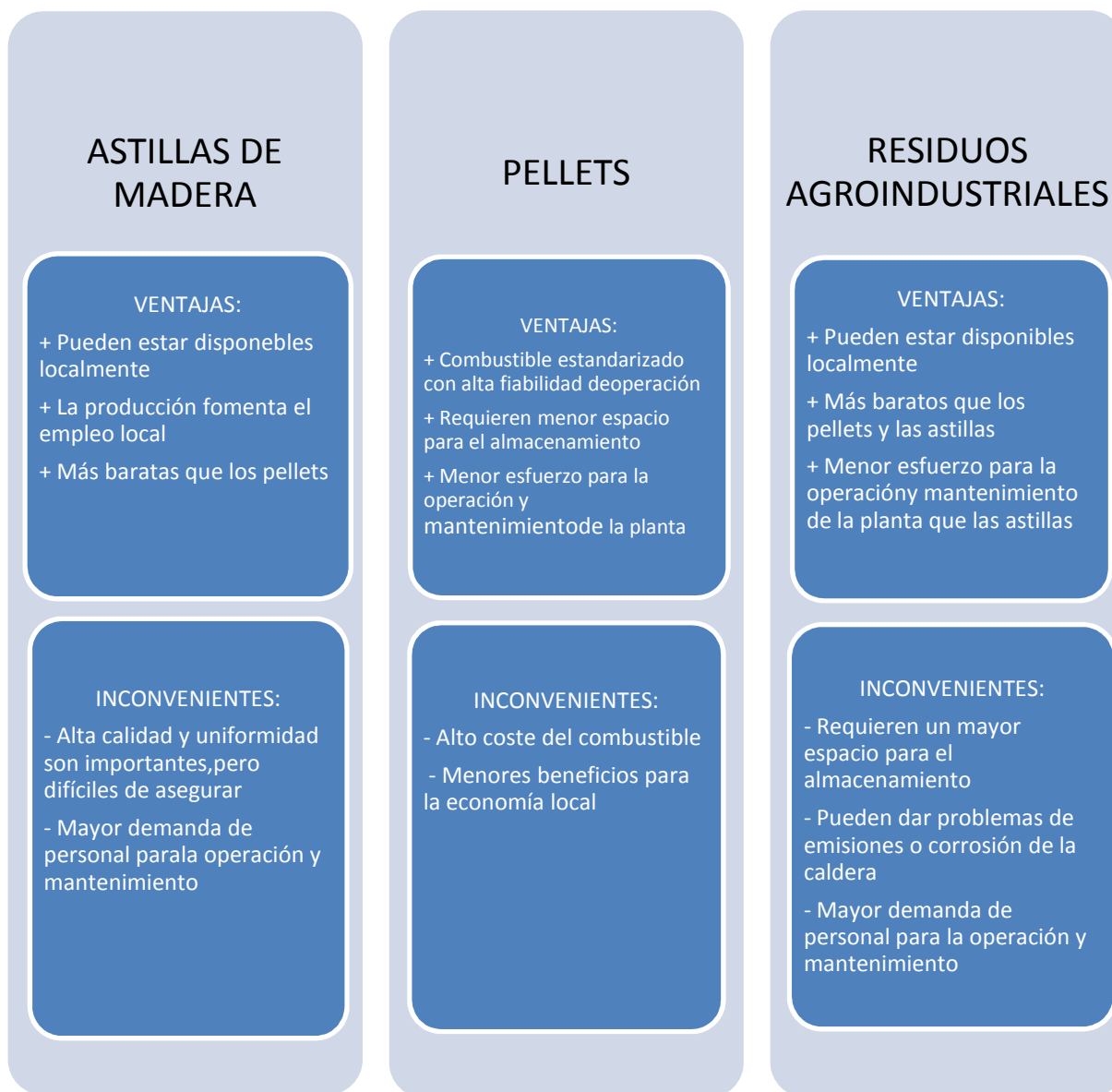


Fig. 64. Esquema comparativo ventajas y desventajas de biocombustibles

Analizando la tabla y la figura anterior, se considera que el combustible más adecuado para el caso planteado en este Proyecto Final de Grado es el pellet, ya que un m^3 de pellets tiene cuatro veces más energía que un m^3 de astillas, por lo que es necesario menor espacio de almacenamiento, y también necesita menor espacio de almacenaje que los residuos agroindustriales.

Por otra parte, aunque sea un combustible con menor disponibilidad local, la menor demanda de mantenimiento lo hace más idóneo para una vivienda unifamiliar, donde no hay personal que se dedique a la revisión y mantenimiento de la instalación.

4.5.3. Almacenamiento de la biomasa.

Los biocombustibles pueden almacenarse en un depósito dentro del edificio, en una habitación cerrada cerca de la caldera o en un almacén separado fuera del edificio. Este puede ser un silo, en superficie o subterráneo, en una habitación desde donde el combustible es transportado hasta la caldera por un tornillo sinfín. Otra solución es un contenedor situado al lado del edificio, con rampas de descarga, que transporte la biomasa de uno a otro mediante de un vehículo de intercambio descarga.



Fig. 65 Posibles posiciones del depósito de combustible (IDAE, 2012) [11]

Para el presente proyecto, la solución más adecuada es la primera, tener el depósito dentro del edificio, ya que no se dispone de espacio disponible fuera del edificio. El espacio elegido para el depósito y la sala de calderas es el siguiente

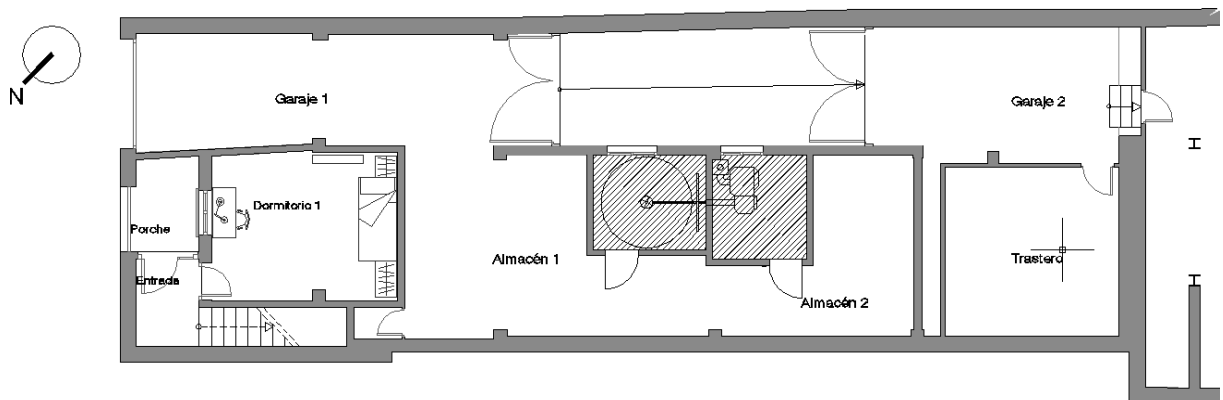


Fig. 66. Espacios destinados a depósito y sala de máquinas

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

El suministro de pellets está previsto mediante un camión cisterna el cual, a través de una manguera, impulsará los pellets hasta el depósito ubicado en su hogar. Los camiones cisterna disponen de una manguera flexible de 30 metros de largo como máximo, por lo que el depósito deberá estar a menos de esta distancia desde la zona de estacionamiento del camión cisterna.

El depósito tendrá unas dimensiones para que pueda contener la máxima cantidad de pellets con unos suministros mínimos.

Según la Guía Técnica “Instalaciones de biomasa térmica en edificios” publicada en 2009 por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, se necesita un volumen de silo de $0,40 \text{ m}^3$ por kW de potencia instalada, para tener almacenado combustible para toda la temporada, es decir, solo se realizaría un suministro al año. Este volumen se podría reducir si aumentásemos el número de suministros, pero no se cree conveniente ya que la vivienda dispone de espacio suficiente en planta baja.

Haciendo un cálculo estimativo, dimensionamos la caldera para ACS y Calefacción, necesitamos una potencia de 21,61 KW. Se instalará una caldera de 25KW, teniendo en cuenta un 85% de rendimiento de la caldera.

Por lo tanto, necesitaríamos un volumen de silo de 10 m^3 para el abastecimiento durante un año. Si consideramos una altura de llenado de 2,10 m, obtenemos una planta de $4,76 \text{ m}^2$, que sería una planta cuadrada de aproximadamente $2,10 \times 2,10 \text{ cm}$.

El esquema de la instalación es el siguiente:

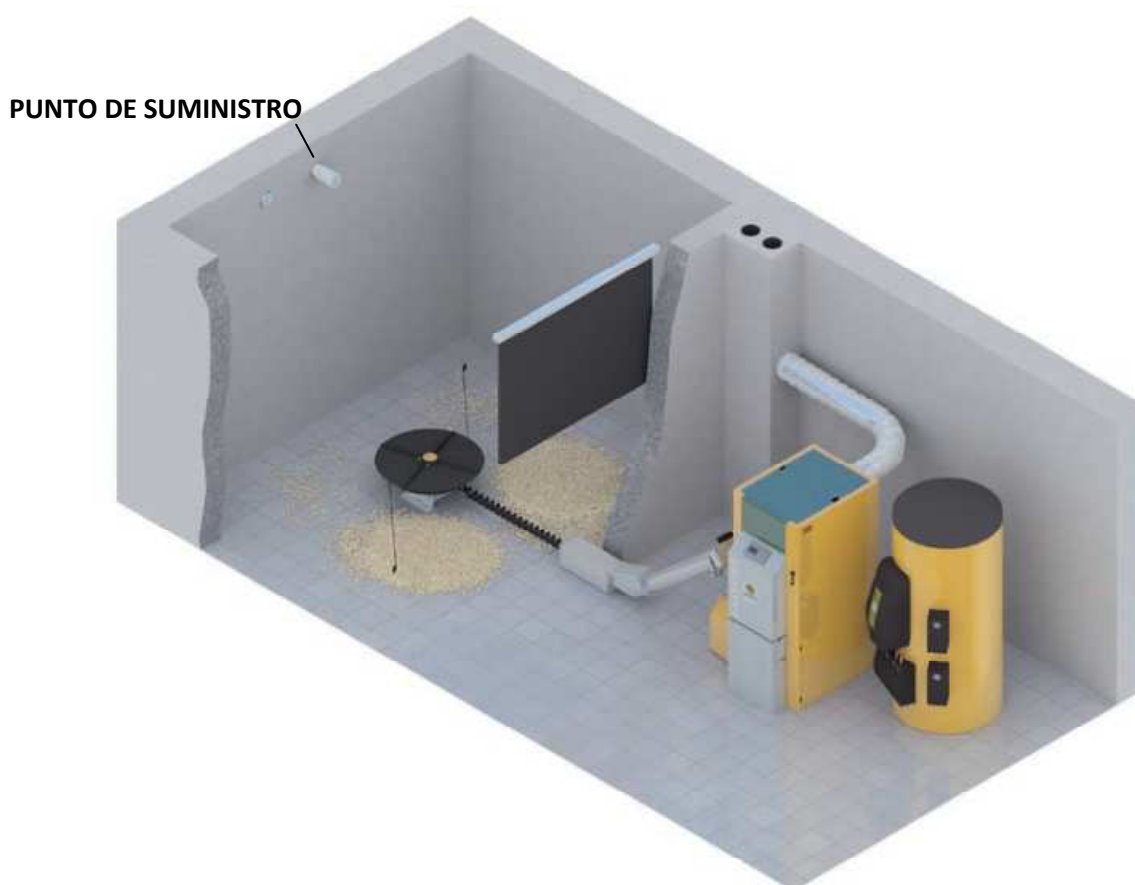


Fig. 67 Esquema de instalación, con punto de suministro

4.5.4. Características cuarto depósito de pellets y sala de calderas

Ambos recintos deben cumplir la normativa estatal contra incendios, CTE DB SI. Las paredes y el techo de ambos recintos tendrán una resistencia al fuego EI-90. Las puertas deben tener una resistencia al fuego EI₂ 45- C5.

Cuarto de calderas. El cuarto de calderas deberá estar provisto de una solera de hormigón, sin recubrir o de baldosa, las irregularidades deben ser niveladas.

Todos los materiales utilizados en el suelo, paredes y techo tienen que ser ignífugos, con una resistencia al fuego EI-90. Las puertas de la sala de calderas tienen que ser antiincendios (EI₂ 45- C5), abrir en la dirección de escape y deben cerrar automáticamente; la puerta de comunicación con el silo de combustible tiene que ser también antiincendios (EI₂ 45- C5) y tener cierre automático.

Debe instalarse un sistema de iluminación fijo y una línea de alimentación eléctrica a la caldera; un interruptor de luz y el de parada de emergencia de la caldera debidamente señalizada, deben colocarse en el exterior de la sala de calderas, en un lugar fácilmente accesible junto a la puerta de la sala de calderas. Fuera de la sala de calderas y junto a la puerta de la misma, deberá estar disponible un extintor manual de 6kg de eficacia 21A -113B.

Tanto la sala de calderas como las tuberías de agua y de distribución de calor tienen que ser resistentes a las heladas.

Silo de almacenamiento de combustible. Para este cuarto se rigen los mismos requisitos constructivos que para la sala de calderas.

Al estar previsto el llenado con pellets mediante un camión neumático, las tuberías deberán estar conectadas a tierra y, en frente de las toberas de inyección, se colocará una pantalla de protección de impactos. El depósito deberá estar asilado herméticamente para evitar la entrada de polvo que pueda disminuir la calidad del combustible.

Las paredes, las ventanas y las puertas tienen que resistir la sobrepresión que se genera durante el proceso de llenado.

Queda prohibida cualquier instalación eléctrica en el depósito de pellets por ser una posible fuente de ignición.

Ambos recintos estarán separados físicamente mediante un tabique con resistencia al fuego mínima R-90. El pasamuros para el sistema transportador, entre el silo y la sala de calderas, debe protegerse de forma segura contra incendios. En este caso será realizado con lana mineral.

4.5.5. Elementos de la instalación.

La instalación de la caldera de biomasa se compone de los siguientes elementos:

Una sala de almacenamiento de combustible, que contendrá un agitador, un engranaje y un tornillo sinfín para llevar el combustible a la sala de calderas.

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

Una sala de calderas en la que se instalará la caldera, una chimenea de humos, y en la puerta se instalará el sistema de parada de emergencia, y un extintor de incendios, tal y como se ha indicado anteriormente,

En las figuras 68 y 69 aparecen dos esquemas de planta y de sección de la zona habilitada para la instalación de la sala de almacenamiento y la sala de calderas.

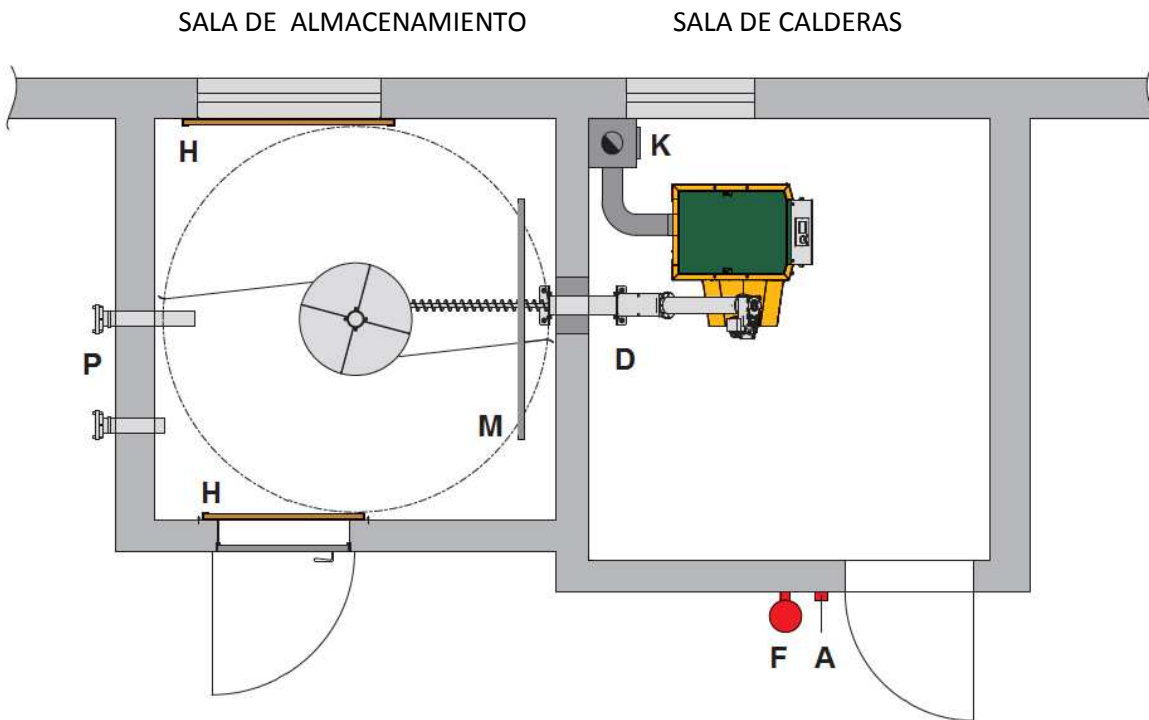


Fig. 68 Planta de sala de calderas

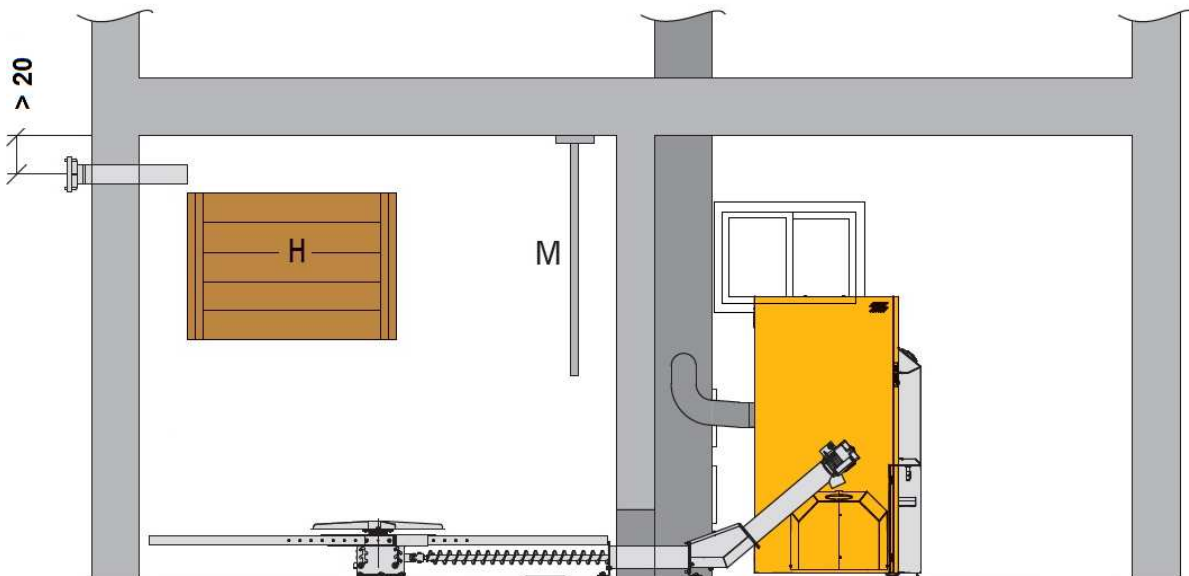


Fig. 69 Sección de sala de calderas

| LEYENDA | |
|----------------|--|
| A | Interruptor de parada de emergencia: La caldera no funciona sin corriente, pero se para la combustión – la disipación de calor continúa |
| D | Pasamuros 35x35cm: cerrar después del montaje – canal acústicamente aislado |
| F | Extintor de incendios |
| H | Tablas de madera |
| K | <ul style="list-style-type: none"> • Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm • Tubo de salida de humos y la chimenea • Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones |
| M | Pantalla de protección de impactos |
| P | Toberas de inyección de pellets Colocar las toberas de inyección en el centro de la sala y el tubo de aspiración ≥ 50 cm en la parte lateral de las toberas de inyección, en dirección a la puerta del silo. El tubo de aspiración debe quedar interiormente lo más cerca posible de la pared (debe poderse montar la abrazadera de puesta a tierra). Los dos tubos deben colocarse a ≥ 50 cm de las paredes laterales y a ≥ 20 cm del techo. |
| INDICACIONES | <ul style="list-style-type: none"> • Instalar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas ≥ 400 cm² • Montar el accionamiento fuera del silo • Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas • Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios así como las normas de construcción |

La caldera a instalar es una caldera PELLEMATIC® PE 25, con una potencia nominal de 25KW. En el anexo 3 se encuentra la ficha técnica.

4.5.6. Conclusiones

Con el cambio de caldera que en este apartado se ha explicado, se pretende conseguir una reducción de emisiones de CO₂ al ambiente.

En el siguiente apartado vamos a comprobar las consecuencias que supone tanto el cambio de caldera explicado en este apartado, como las mejoras de la envolvente, explicado en el tema anterior.

4.6. NUEVA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

En este apartado se va a calificar otra vez la vivienda, para poder comprobar el efecto que ha producido la mejora de la envolvente, y el cambio de instalaciones a la vez.

Para ello, recuperamos toda la información que recopilamos para calificar la vivienda en la situación original.

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

La única modificación que hay que introducirle al programa es el cambio de equipo. Sustituiremos la caldera convencional a gasóleo, por una caldera de biomasa.

El resultado obtenido es el que aparece en la figura 70.

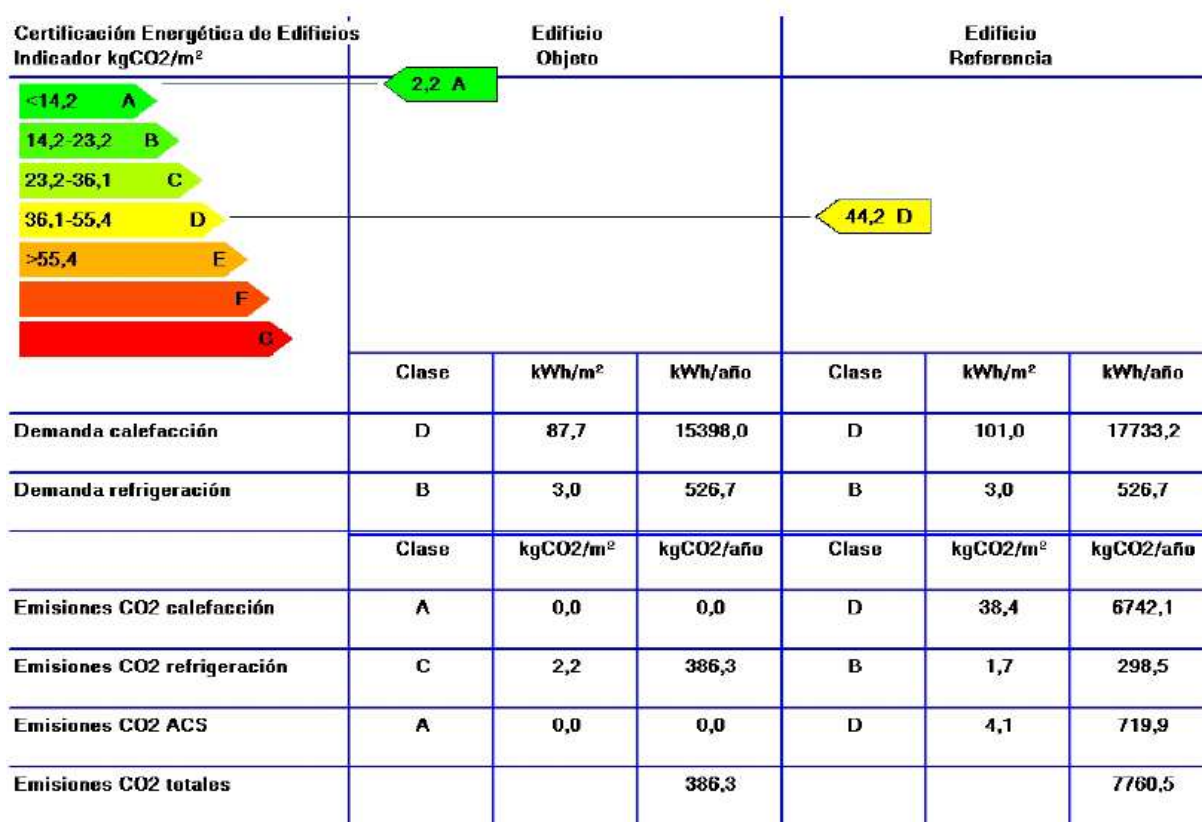


Fig. 70 Nueva calificación energética

El resultado obtenido es muy satisfactorio, se ha pasado de la peor calificación posible a la mejor. Se puede observar que la demanda de calefacción consigue una calificación D, esto se debe a que cumplimos las exigencias de aislamiento térmico pero no conseguimos reducir la demanda cantidades significativas.

Respecto a la refrigeración, al no haber puesto un sistema, ya que el edificio realmente no posee, el programa por defecto introduce un sistema de calidades medias, como previsión del sistema que se pueda instalar en la vivienda, por eso se obtiene una calificación B en demanda de refrigeración.

Como se puede observar en la parte inferior de la tabla, las emisiones de calefacción y ACS son 0. Esto se debe a lo indicado en el apartado 1.5 del presente proyecto, que las plantas y los árboles al crecer captaron el CO₂ de la atmósfera y ahora al quemarse lo liberan a la misma, produciéndose un balance 0 en el aporte de este gas.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en la anterior calificación, donde se obtenía una demanda de calefacción de 28.899,8 kWh/año, observamos que la demanda se ha reducido a la mitad, mientras que en emisiones de CO₂ totales a la atmósfera, se han reducido de 11.307,1 kg/año a 386,3 kg/año. Aún teniendo en cuenta estas últimas, sabiendo que realmente no se están emitiendo, la reducción de gases a la atmósfera es muy importante.

En la siguiente imagen aparecen los resultados de Calener donde nos muestra los resultados de la Demanda final, Consumo de energía final, Consumo de energía primaria y emisiones totales:

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|---------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| Demandas | kWh/m ² | kWh/año | kWh/m ² | kWh/año |
| Calefacción | 87,7 | 15398,0 | 101,0 | 17733,2 |
| Refrigeración | 3,0 | 526,7 | 3,0 | 526,7 |

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|------------------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| Consumos Energía Final | kWh/m ² | kWh/año | kWh/m ² | kWh/año |
| Calefacción | 139,8 | 24545,5 | 135,0 | 23699,4 |
| Refrigeración | 2,3 | 398,0 | 1,8 | 309,1 |
| ACS | 21,7 | 3800,6 | 16,5 | 2887,3 |
| Total | 163,7 | 28744,1 | 153,2 | 26895,9 |

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|---------------------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| Consumos Energía Primaria | kWh/m ² | kWh/año | kWh/m ² | kWh/año |
| Calefacción | 139,8 | 24545,5 | 156,5 | 27484,5 |
| Refrigeración | 7,6 | 1332,2 | 6,0 | 1045,7 |
| ACS | 21,7 | 3800,6 | 15,2 | 2662,6 |
| Total | 169,0 | 29678,3 | 177,7 | 31192,8 |

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Emisiones | kgCO ₂ /m ² | kgCO ₂ /año | kgCO ₂ /m ² | kgCO ₂ /año |
| Calefacción | 0,0 | 0,0 | 38,4 | 6742,1 |
| Refrigeración | 2,2 | 386,3 | 1,7 | 298,5 |
| ACS | 0,0 | 0,0 | 4,1 | 719,9 |
| Total | 2,2 | 386,3 | 44,2 | 7760,5 |

Fig. 71. Calificación energética final

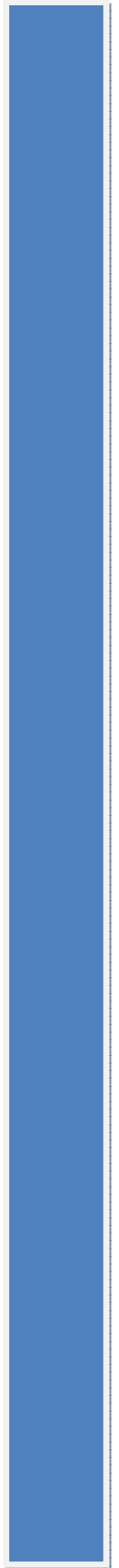
En la figura 71 se puede observar que a pesar de tener una calificación A, la vivienda sí que requiere de un consumo de energía relativamente elevado.

Por ejemplo, el consumo final de energía es de 24.545,5 kWh/año, superior en 846,1 kWh/año al consumo final del edificio de referencia.

4. MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS A LA VIVIENDA

Si comparamos el consumo de energía final, con el consumo de energía primaria, observamos que la cantidad es la misma, es decir, toda la energía que consume el edificio es energía primaria. Esto es lógico, ya que el combustible utilizado son pellets de madera, que provienen de la naturaleza.

CAPITULO 5
ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA



5. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

En este apartado se va a estudiar el impacto económico de las soluciones introducidas en la vivienda, analizando la inversión inicial y los ahorros económicos obtenidos gracias a las mejoras aplicadas.

En primer lugar se va a presupuestar la inversión necesaria para ejecutar las mejoras aplicadas a la vivienda. Una vez obtenidos los costes, se va a estudiar el tiempo necesario para amortizar las cantidades invertidas en la mejora de la vivienda.

| PRESUPUESTO | | | | | | |
|-------------|----------|----|-----------------------------|----------|---------------|---------------|
| C | Capítulo | Ud | Resumen | Cantidad | Precio | Importe |
| C | Capítulo | | ENVOLVENTE TÉRMICA | | | |
| C1 | Capítulo | | CARPINTERIAS | | | |
| | | | v1 | | | |
| EFAD.7baea | Partida | m2 | Db acris 4-20-4 be 0.03-0.1 | 1,15 | 50,76 | 58,37 |
| EFTL17fefa | Partida | u | Vent ab 2hj 105x120 | 1 | 34,7 | 34,7 |
| | | | | 1 | 93,07 | 93,07 |
| | | | v2 | | | |
| EFTL17fhga | Partida | u | Vent ab 2hj 150x135 | 1 | 43,95 | 43,95 |
| EFAD.7baea | Partida | m2 | Db acris 4-20-4 be 0.03-0.1 | 1,95 | 50,76 | 98,98 |
| | | | | 1 | 142,93 | 142,93 |
| | | | v3 | | | |
| EFTL17hlga | Partida | u | Vent crra 3hj 210x135 | 1 | 53,2 | 53,2 |
| EFAD.7baea | Partida | m2 | Db acris 4-20-4 be 0.03-0.1 | 2,6 | 50,76 | 131,98 |
| | | | | 1 | 185,18 | 185,18 |
| | | | v5 | | | |
| EFAD.7baea | Partida | m2 | Db acris 4-20-4 be 0.03-0.1 | 1,56 | 50,76 | 79,19 |
| EFTL17ffga | Partida | u | Vent ab 2hj 120x135 | 1 | 39,33 | 39,33 |
| | | | | 3 | 118,52 | 355,56 |
| | | | v6 | | | |
| EFAD.7baea | Partida | m2 | Db acris 4-20-4 be 0.03-0.1 | 1,3 | 50,76 | 65,99 |
| EFTL17fega | Partida | u | Vent ab 2hj 105x135 | 1 | 37 | 37 |
| | | | | 1 | 102,99 | 102,99 |
| | | | Total Carpinterías | 1 | 879,73 | 879,73 |

5. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

| C2 | Capítulo | AISLAMIENTO HORIZONTAL | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------|--|----------|------------------|------------------|------------------|
| ERPP.1dbbb | Partida | m2 | Pint prmto ext silct mt col | 150,77 | 7,33 | 1.105,14 | |
| ENTF.2dbc | Partida | m2 | Aisl tch XPS 0.034 40mm | 150,77 | 15,05 | 2.269,09 | |
| ENTT.2bbb | Partida | m2 | Aisl tch XPS 0.028 e30mm | 150,77 | 10,44 | 1.574,04 | |
| Total Aislamiento Horizontal | | | | 1 | 4.948,27 | 4.948,27 | |
| C3 | Capítulo | AISLAMIENTO VERTICAL | | | | | |
| ENTF.2dbc | Partida | m2 | Aisl tch XPS 0.034 40mm | 112,07 | 15,05 | 1.686,65 | |
| ERPP.1dbbb | Partida | m2 | Pint prmto ext silct mt col | 112,07 | 7,33 | 821,47 | |
| Total Aislamiento Vertical | | | | 1 | 2.508,12 | 2.508,12 | |
| TOTAL ENVOLVENTE TÉRMICA | | | | 1 | 8.336,12 | 8.336,12 | |
| E | Capítulo | EQUIPOS | | | 1 | 11.247,26 | 11.247,26 |
| E024 | Partida | u | Caldera acero combustible biomasa | 1 | 7.740,12 | 7.740,12 | |
| E021 | Partida | u | Alimentación de pellets tornillo sin fin | 1 | 1.393,00 | 1.393,00 | |
| E023 | Partida | u | Elementos de inserción en pared | 2 | 72 | 144 | |
| E022 | Partida | u | Tubos de succión | 1 | 153 | 153 | |
| E027 | Partida | u | Deflector de impacto | 1 | 58 | 58 | |
| E026 | Partida | u | extintor | 1 | 28 | 28 | |
| E025 | Partida | u | Unidad de protección contra incendios | 1 | 55 | 55 | |
| EFPC.1addd | Partida | m2 | PT 1 hj LHD e 9 cm enf-enf | 32,57 | 45,06 | 1.467,60 | |
| EIEM11bbbb | Partida | u | Intr simple estn s | 1 | 12,08 | 12,08 | |
| EIIP.1bbba | Partida | u | Prta ctvue 60 1hj a 80x205 | 1 | 579,11 | 579,11 | |
| EILI.2ba | Partida | u | Rgtl flu estn 2x18W encd electrn | 1 | 55,35 | 55,35 | |
| TOTAL EQUIPOS | | | | 1 | 11.247,26 | 11.247,26 | |
| TOTAL | | | | 1 | 19.583,38 | 19.583,38 | |

Tabla 20. Presupuesto

En la tabla 20 se muestran los gastos necesarios para mejorar la vivienda. Son necesarios 19.583,38€ para realizar todas las operaciones necesarias, incluido preparación del local e instalación de equipos.

De la inversión total, 8.336,12€ corresponden a la mejora de la envolvente y 11.247,26€ corresponden al cambio de los equipos, es decir, la mejora de la envolvente requiere el 42,57% de la inversión total frente al 57,43% del cambio de equipos.

En el capítulo anterior se comparaba la Demanda energética de calefacción de la vivienda antes y después de realizar las mejoras en la envolvente térmica del edificio. Este va a ser el dato de partida para analizar el ahorro económico que conlleva el haber mejorado la envolvente térmica del edificio. Además de comparar la demanda, también se va a estudiar el ahorro conseguido gracias al cambio de caldera, y cambio de combustible.

La demanda de calefacción que requiere la vivienda en la situación actual, es decir, sin realizar las mejoras energéticas, es de 28.899,8 KWh/año. Sin embargo la demanda de calefacción una vez realizadas las mejoras es de 15.398,0 KWh/año.

Si comparamos el coste económico en calefacción durante un año en ambas situaciones obtenemos lo siguiente:

ANTES

Poder Calorífico Neto Gasóleo: = 9,945 kWh/l_{gasóleo}

$28.899,8 / 9,945 = 2.905,96$ gasóleo/año

$2.905,96$ gasóleo \cdot 1,039 €/g_{gasóleo} = 3.019,29 €/año

DESPUÉS.

Poder Calorífico Neto Pellets = 4,9 kWh/kg

$15.398,0 / 4,8 = 3.207,91$ kg_{pellets}/año

$3.207,91$ kg_{pellets} \cdot 0,181 €/kg_{pellets} = 580,63 €/año.

Analizando estos datos obtenemos que al año ahorramos 2.438,66 €. Si la inversión necesaria para poder realizar todos estos cambios es de 19.583,38€ la inversión se recuperaría en aproximadamente 8 años.

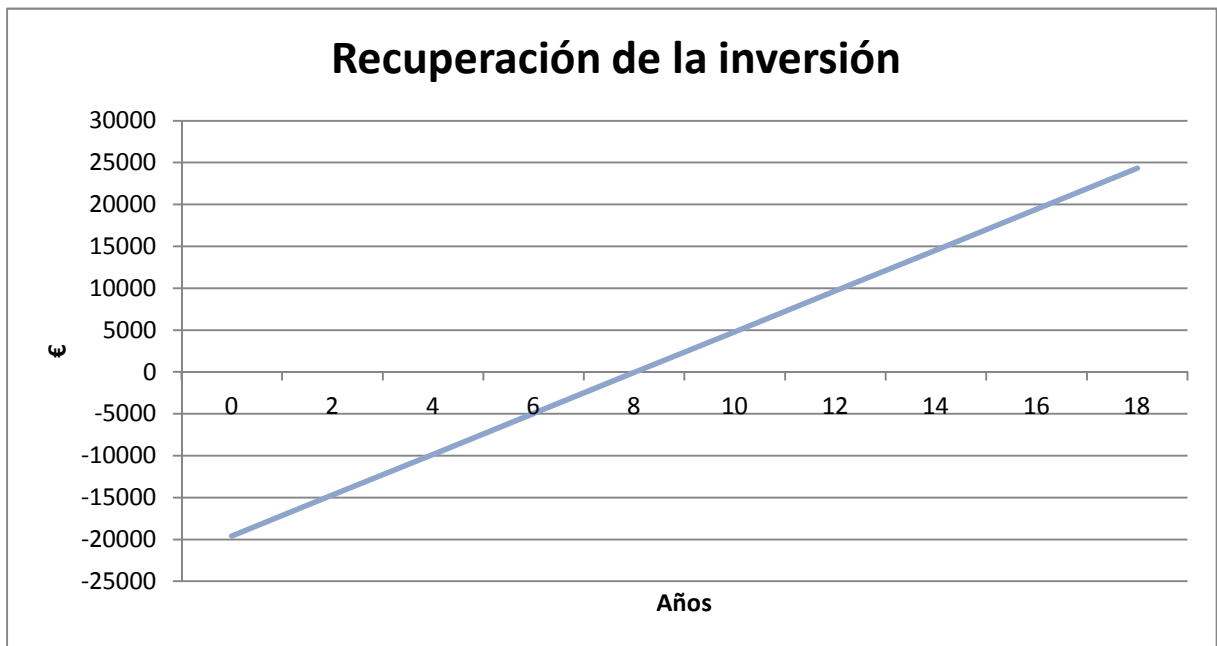


Fig. 72. Recuperación de la inversión

La figura 72 nos indica la evolución de la inversión realizada en mejorar la vivienda. En año 0 es el momento en el que se realiza la inversión. A partir de ese momento, se va recuperando el dinero invertido con el ahorro que produce la nueva instalación y la mejora de la envolvente.

Como se ha dicho anteriormente, la inversión quedaría amortizada aproximadamente en el año 8, momento a partir del cual empezamos realmente a ahorrar dinero.

Este estudio corresponde a la amortización de todas las mejoras. Ahora se va a estudiar cual de las dos mejoras, la de la envolvente o la de los equipos proporciona mayor rentabilidad.

5. ESTUDIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

Para estudiarlo, por un lado se va a analizar el ahorro producido por la reducción de demanda, sin cambio de equipos, y por otro el ahorro económico por el cambio de caldera, sin reducción de demanda.

REDUCCIÓN DE DEMANDA.

Gracias a la mejora de la envolvente se ha conseguido reducir de 28.899,8 KWh/año a 15.398,0 KWh/año, lo que supone 13.501,8 KWh menos anuales.

Si realizamos los mismos cálculos que anteriormente obtenemos que esta reducción supondría un ahorro de 1.410.59 €/año.

El coste necesario para ejecutar las mejoras en la envolvente térmica es de 8.336,12 €, por lo que la inversión quedaría amortizada en aproximadamente 6 años.

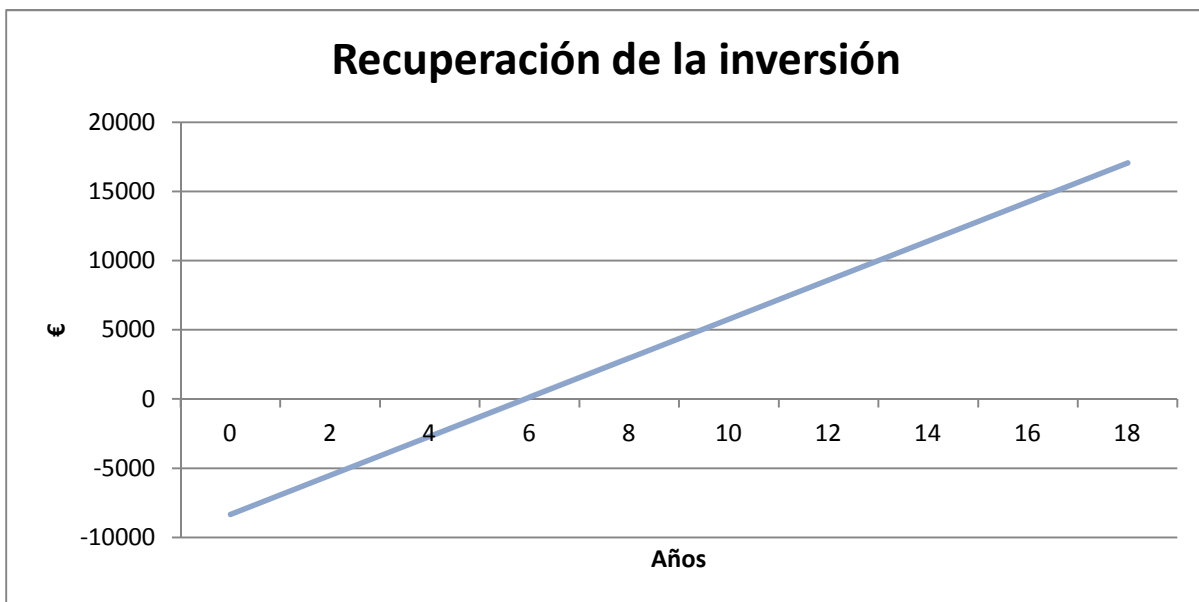


Fig. 73. Recuperación de la inversión de mejora de la envolvente

En la figura anterior se puede observar, como algo antes de los seis años la inversión está amortizada, y a partir de este momento todo lo ahorrado son beneficios.

SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS

El hecho de sustituir los equipos, supone un ahorro económico en el suministro de combustible. Para hacer esta comparativa se va a suponer la demanda de la vivienda en la situación actual, y se va a comparar el coste de los dos combustibles.

Gasóleo: 3.019,29 €/año

Pellets: 1.089,76 €/año.

Esto supone un ahorro de 1.929 € al año. Si el coste de la sustitución de la caldera es de 11.247,26 €, la inversión quedaría amortizada en aproximadamente 6 años.

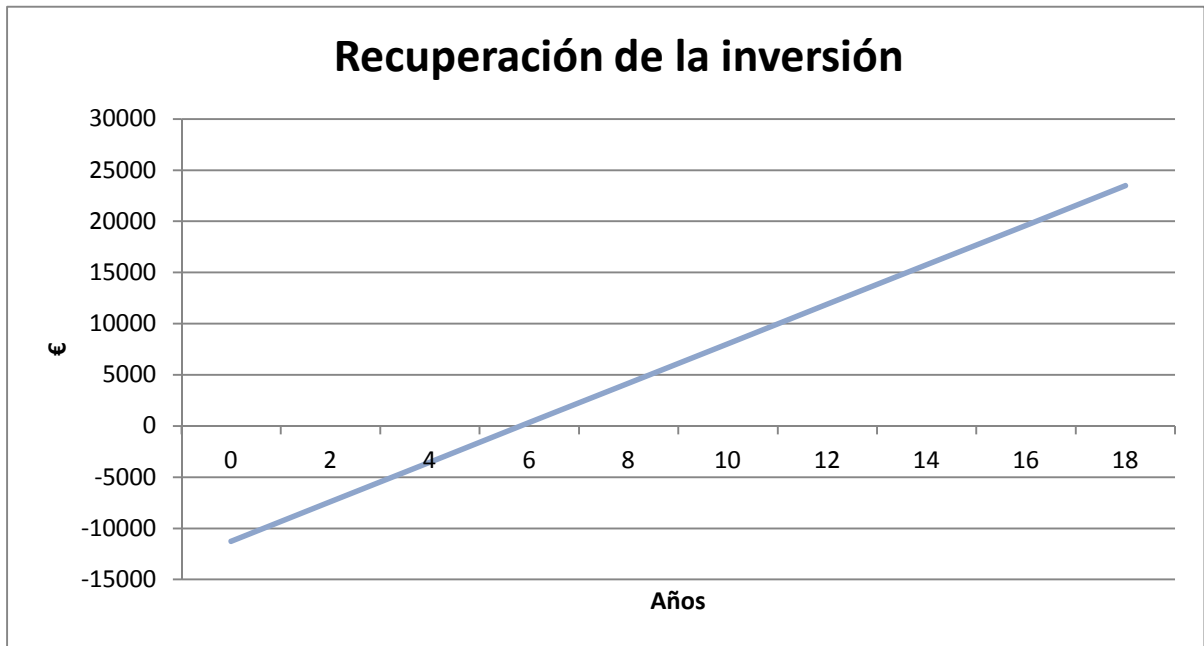


Fig. 74. Recuperación de la inversión de sustitución de equipos

En la figura anterior se puede observar cómo, al igual que en el caso anterior, la inversión quedaría amortizada algo antes de los 6 años. En este caso el desembolso inicial es un poco mayor que en el caso anterior pero produce más beneficios por lo que a la larga es mejor.

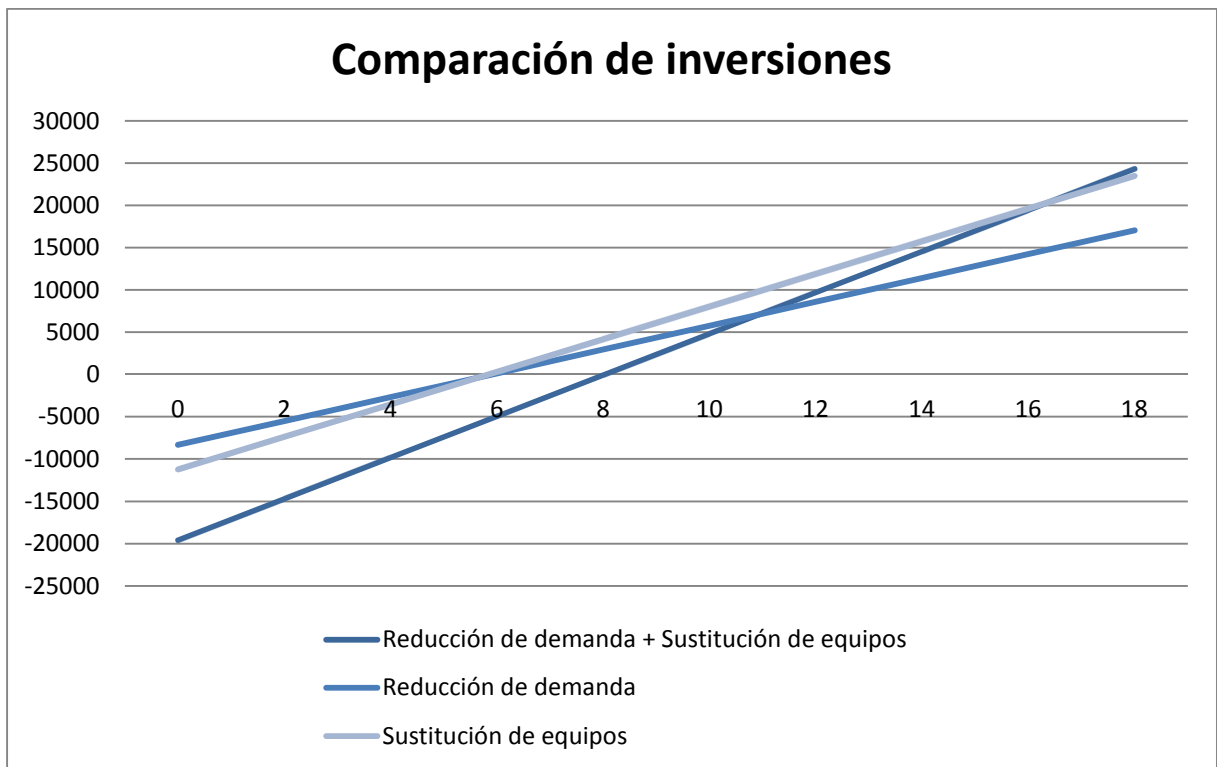


Fig. 75. Comparación de las distintas inversiones

Como se puede ver en la figura 75, la inversión que antes se recupera es la de la mejora de la envolvente, ya que requiere una menor inversión, sin embargo la mejora de la envolvente y la sustitución de equipos requiere una mayor inversión y tarda más en amortizarse.

No obstante, tanto la mejora completa como la sustitución de equipos, aunque requieren una mayor inversión inicial, producen mayores beneficios a la larga.

Puesto que las mejoras realizadas en una vivienda son para beneficiarse de ellas durante mucho tiempo, se va a realizar un estudio de los beneficios aportados de cada una de las soluciones a corto, medio y largo plazo. Se analizarán el ahorro total, una vez pagado la inversión inicial a los 7, 15 y 25 años de realizar las mejoras suponiendo que el precio del combustible no varía, fijando el actual como único.

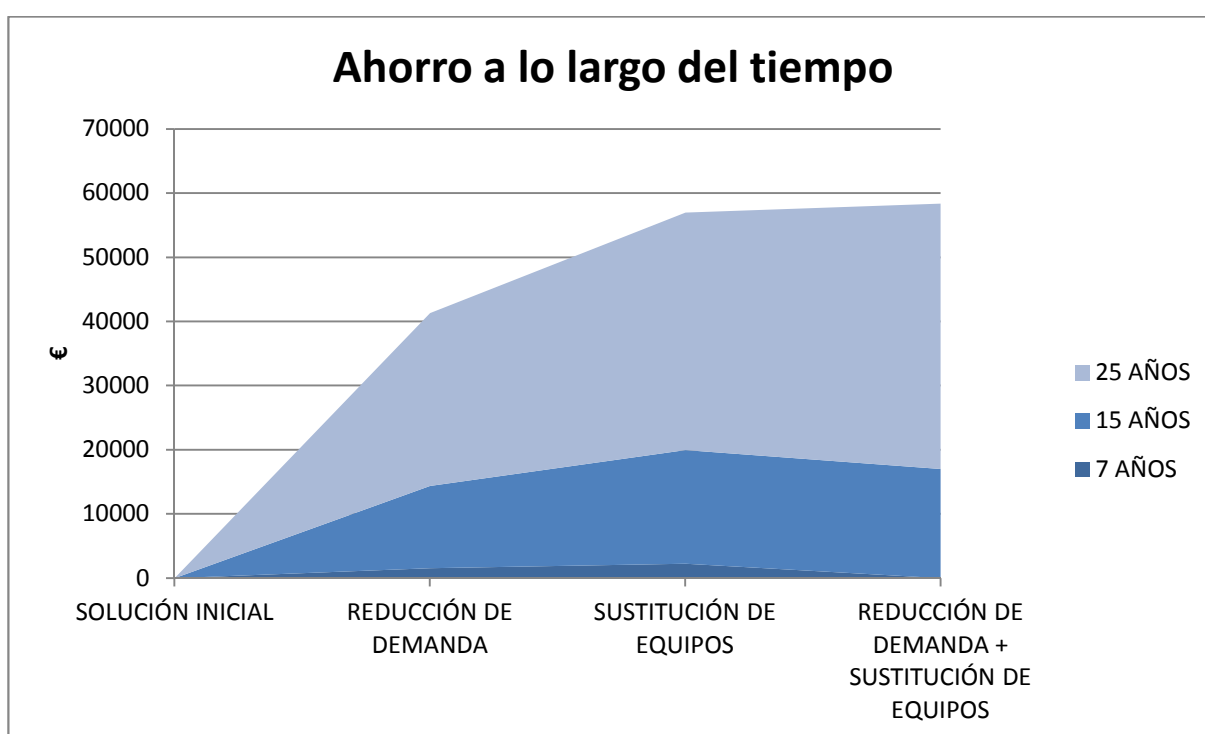


Fig. 76. Ahorro producido por cada una de las soluciones.

En la imagen anterior se puede observar como a corto plazo, como ya hemos dicho anteriormente, las soluciones más rentables son o bien la reducción de la demanda o la sustitución de la caldera. Esto se debe a que las inversiones iniciales son menores y se tarda menos en amortizarlas. En este periodo de tiempo, la mejora completa de la vivienda aún no genera beneficios.

A medio plazo, sin embargo se ve que la opción menos rentable es la de mejorar la envolvente térmica. Además hay que tener en cuenta que para realizar estos cálculos se ha supuesto que el precio del combustible no varía, sin embargo el precio presenta una tendencia a la alza, sobre todo en los últimos años y la previsión es que siga con esta tendencia, incluso se acentúe más, lo que provocaría un menor ahorro que el estimado.

Esto se debe a que en esta solución el combustible utilizado es gasóleo. Esto hace que la solución de mejorar solo la envolvente no sea rentable debido al elevado precio del combustible.

A largo plazo la opción más rentable es la de mejorar tanto envolvente como sistemas. No hay mucha diferencia económica con respecto a la solución de sustitución de equipos, pero la mejora completa de la vivienda implica mayor confort térmico en el interior.

Además hay que tener en cuenta que la mejora de la envolvente es para toda la vida útil del edificio, y en caso de en un futuro querer mejorar de nuevo los sistemas, o cuando se tenga que sustituir la caldera instalada, la envolvente seguirá ofreciendo sus cualidades, además de ayudarnos a consumir menos combustible y emitir menos gases perjudiciales a la atmosfera.

Como se ha podido comprobar en este apartado, aunque se tarden algunos años en recuperar el dinero invertido, es viable mejorar el comportamiento térmico de la vivienda, tanto por mejorar el confort interior, por reducir la emisiones de gases de efecto invernadero como por obtener unos beneficios económicos a medio plazo.

CAPITULO 6
CONCLUSIONES



6. CONCLUSIONES

Al inicio del presente proyecto se proponían como objetivos cuantificar la demanda energética de una vivienda existente, proponer mejoras de eficiencia energética, calificar y certificar las soluciones adoptadas y estudiar la viabilidad económica de las mismas

Una vez desarrollado el proyecto y cumplido todos estos objetivos podemos hacer algunos comentarios al respecto.

A pesar de haber mejorado el comportamiento térmico de la vivienda, si quisiésemos conseguir una vivienda de consumo prácticamente 0, deberíamos seguir mejorando la envolvente. No obstante, al ser un edificio existente, la dificultad para conseguir reducir la demanda se incrementa ya que no se tuvieron en cuenta desde un principio criterios de ahorro energético

También se debería considerar la instalación de sistemas de sombreado para evitar la necesidad de un sistema de refrigeración mejoraría la eficiencia de esta vivienda. Esto mejoraría el comportamiento térmico en verano, disminuyendo el exceso de energía procedente del sol, especialmente de las fachadas con mayor índice de insolación.

Otra medida que se podría adoptar es la instalación un depósito de inercia junto con la caldera de biomasa para poder conseguir una mayor eficiencia energética de la instalación.

A pesar de no ser una vivienda altamente eficiente, se ha conseguido una vivienda con un comportamiento estándar en demanda energética pero con cero emisiones de CO₂ a la atmosfera.

También se podría plantear una instalación solar térmica, incluso aumentar el espesor del aislamiento de la envolvente ó colocar carpinterías con vidrio triple.

Se puede decir también que la situación energética original de la vivienda es bastante mala, ya que la vivienda tiene una falta importante de aislamiento en elementos horizontales. Los elementos verticales si que están aislados aunque con algunos puentes térmicos. Las carpinterías tienen unas calidades penosas, con un cristal simple de 4mm, y una carpintería de aluminio con muchas infiltraciones, nada protectoras para un clima frío como es el caso de esta localidad albaceteña.

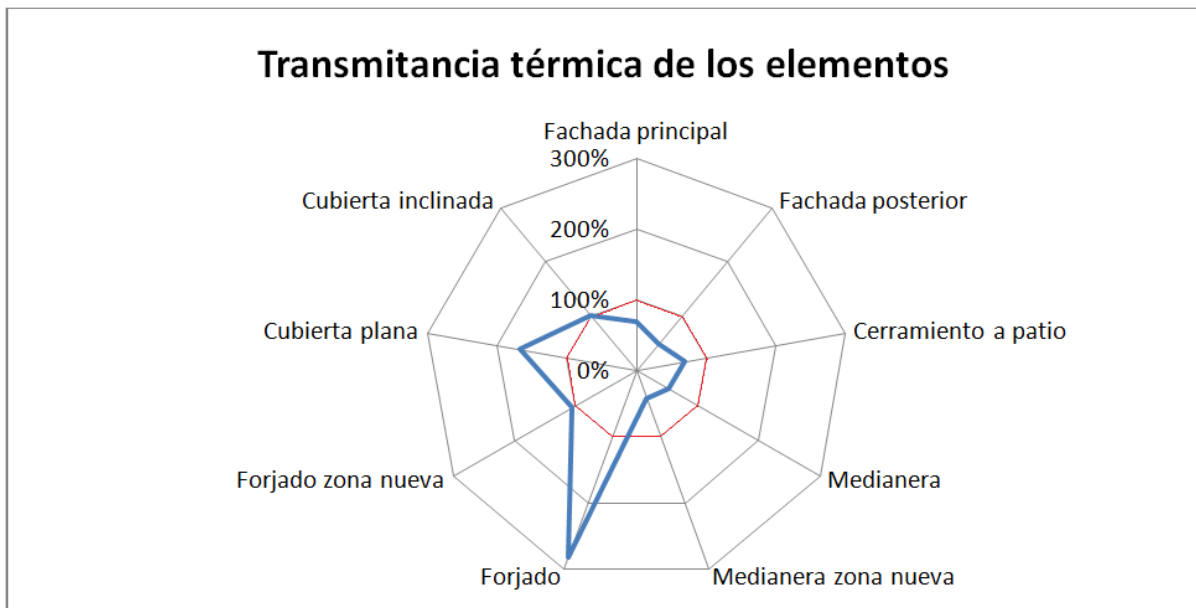


Fig. 77. Porcentaje de coeficiente de transmitancia térmica respecto U_{lim} del CTE antes de la mejora

En la figura 77, se puede ver la situación de los coeficientes de transmitancia térmica respecto a los límites establecidos en el Código Técnico de la Edificación. Los elementos situados en la parte derecha del gráfico corresponden a los elementos verticales, que como hemos dicho antes si que están aislados. Éstos están por debajo del 100% lo que quiere decir que cumplen las exigencias establecidas.

Los elementos de la parte izquierda del gráfico corresponden a los elementos horizontales, que no están aislados. Salvo la cubierta inclinada que está en el límite, ninguno de ellos cumple.

Una vez que se han sustituido las carpinterías por otras de mejor calidad, se ha puesto aislamiento en elementos horizontales, y aunque no era obligatorio ya que cumplía las exigencias mínimas, se ha colocado más aislamiento en los elementos verticales, el resultado queda reflejado en la línea gruesa de la figura 78:

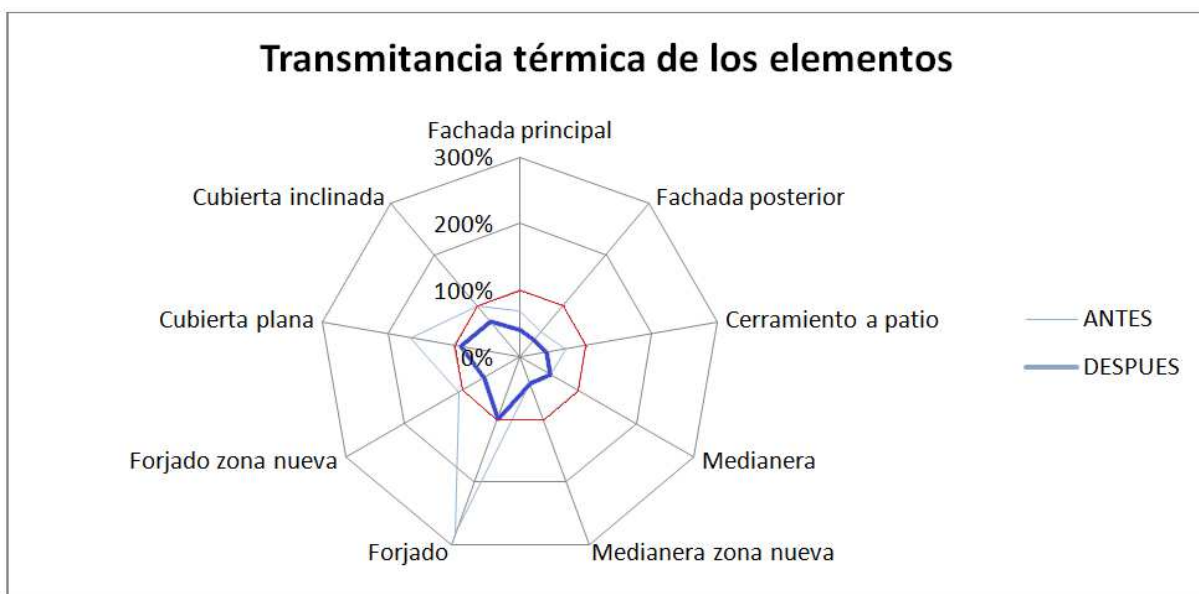


Fig. 78. Porcentaje de coeficiente de transmitancia térmica respecto U_{lim} del CTE después de la mejora

Se ha conseguido mejorar bastante el comportamiento térmico de los elementos constructivos del edificio, en especial de aquellos que no cumplían, ya que son sobre los que se ha tenido más insistencia por ser por los que mayor pérdidas energéticas tiene el edificio. Los únicos que no han modificado su comportamiento son las medianeras, ya que estas no han sido modificadas.

Estas medidas, junto con el cambio de caldera, (pasando de una de gasoleo a una de biomasa), ha supuesto el paso de la calificación E (la peor calificación energética posible en viviendas), a la calificación A, (la mejor posible). Esto ha sido posible gracias a la reducción de la demanda, de los consumos de energía y sobre todo a la reducción de CO₂ a la atmósfera.

Como se puede observar en la figura 79, donde se muestran los valores indicados anteriormente, se ha reducido en general los consumos, pero de forma espectacular las emisiones.

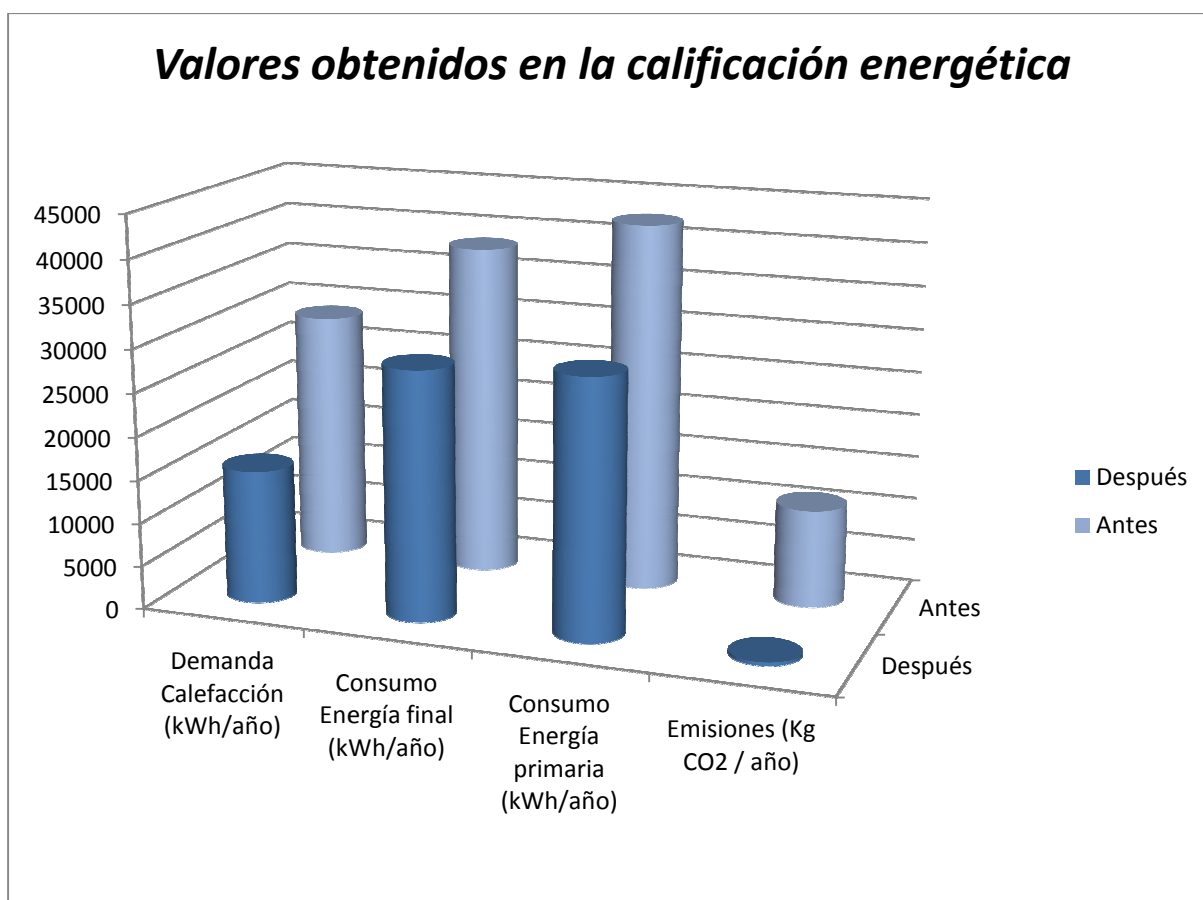


Fig. 79. Valores obtenidos en la calificación energética.

En el presente proyecto también se ha analizado la viabilidad económica de las soluciones adoptadas. Se ha visto que lo más rentable es el cambio de caldera por una que utilice como combustible las energías renovables.

No obstante, aunque la mejora de la envolvente y de las instalaciones genera un gran beneficio económico, se plantean otras soluciones, con diferentes combustibles y aumentando varios espesores el aislamiento en la envolvente, ó aumentando diferentes espesores y colocando carpinterías de madera con vidrio muy bajo emisivo ($\epsilon < 0,03$) y con infiltraciones mínimas. El resultado es el indicado en la figura 80.

6. CONCLUSIONES

| | KWh/m ² | KWh/año | €/año _{CAL} | | KWh/m ² | KWh/año | €/año _{CAL} |
|-------------------|--------------------|----------|----------------------|-------------------------|--------------------|----------|----------------------|
| GASOLEO | | | | ASTILLAS DE HAYA | | | |
| + 3cm XPS | 77,7 | 13644,12 | 1425,46 | + 3cm XPS | 77,7 | 13644,12 | 268,98 |
| + 6cm XPS | 67,3 | 11817,88 | 1234,67 | + 6cm XPS | 67,3 | 11817,88 | 232,98 |
| + 11cm XPS | 60,7 | 10658,92 | 1113,59 | + 11cm XPS | 60,7 | 10658,92 | 210,13 |
| + 3cm XPS + carp | 69,1 | 12133,96 | 1267,69 | + 3cm XPS + carp | 69,1 | 12133,96 | 239,21 |
| + 6cm XPS + carp | 62,2 | 10922,32 | 1141,11 | + 6cm XPS + carp | 62,2 | 10922,32 | 215,33 |
| + 11cm XPS + carp | 55,7 | 9780,92 | 1021,86 | + 11cm XPS + carp | 55,7 | 9780,92 | 192,82 |
| PELLETS | | | | PROPANO | | | |
| + 3cm XPS | 77,7 | 13644,12 | 514,50 | + 3cm XPS | 77,7 | 13644,12 | 761,80 |
| + 6cm XPS | 67,3 | 11817,88 | 445,63 | + 6cm XPS | 67,3 | 11817,88 | 659,83 |
| + 11cm XPS | 60,7 | 10658,92 | 401,93 | + 11cm XPS | 60,7 | 10658,92 | 595,12 |
| + 3cm XPS + carp | 69,1 | 12133,96 | 457,55 | + 3cm XPS + carp | 69,1 | 12133,96 | 677,48 |
| + 6cm XPS + carp | 62,2 | 10922,32 | 411,86 | + 6cm XPS + carp | 62,2 | 10922,32 | 609,83 |
| + 11cm XPS + carp | 55,7 | 9780,92 | 368,82 | + 11cm XPS + carp | 55,7 | 9780,92 | 546,10 |

Fig. 80. Tabla comparativa de las diferentes soluciones

Como se puede observar en la figura anterior, el combustible más caro es el gasóleo, incluso teniendo un aislamiento en la envolvente de 15cm, con carpinterías de muy buena calidad, seguimos obteniendo un gasto muy elevado anual en combustible para calefacción.

En figura 81 aparece un gráfico comparativo del gasto anual de calefacción para cada una de las soluciones anteriores, con los diferentes combustibles:

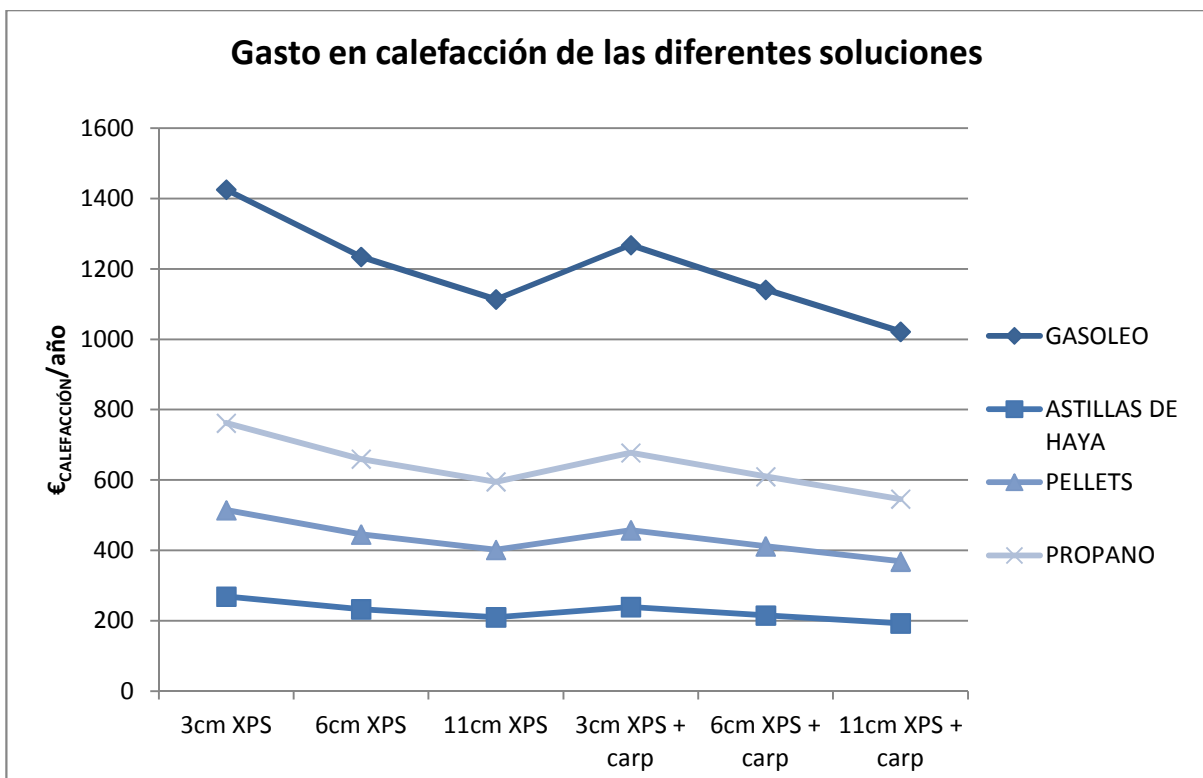


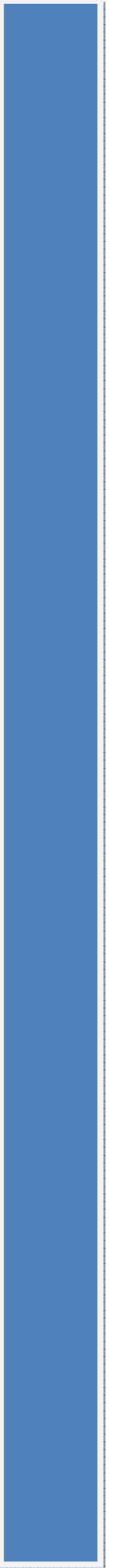
Fig. 81. Comparación gasto de calefacción de las diferentes soluciones

Como ya se ha comentado anteriormente, la opción más cara es la utiliza como combustible el gasóleo.

Sin embargo las astillas de haya, por su bajo valor económico, consigue un gasto muy pequeño incluso añadiendo solo 3 cm de aislamiento. A pesar de todo, su bajo poder calorífico no lo hace una solución adecuada para una vivienda, ya que necesita gran cantidad de combustible lo que provoca la necesidad de tener un gran espacio para el almacenaje de combustible.

A pesar de todos las modificaciones realizadas en este proyecto y las posibles soluciones anteriormente indicadas, no se ha conseguido acercarse a los valores máximos de una Passive Haus (15 kWh/m²) por lo que puede ser objeto de un nuevo trabajo estudiar, los estándares de este tipo de vivienda sostenible, y aplicarlos a esta vivienda para conseguir una vivienda con cero emisiones.

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Creus Solé, A. (2004). *Energías Renovables*. Barcelona: CEYSA.
- [2] RD 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, con el fin de racionalizar su consumo energético.
- [3] Directiva 2002/91/ce del parlamento europeo y del consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [4] Directiva 2010/31/ue del parlamento europeo y del CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios
- [5] Sole, J, (2007). *Aislamiento térmico en la edificación. Limitación de la demanda energética DB HE1 e iniciación a la calificación energética*. Tarragona: Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes tècnics de Tarragona.
- [6] CTE, Documento básico HE1. (2009) *Limitación de demanda energética*
- [7] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (1999). *Fundamentos técnicos de la Calificación Energética de Viviendas*. Madrid.
- [8] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (2009). *Manual de usuario de LIDER*. Madrid.
- [9] Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- [10] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (2012). *Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios*. Madrid.
- [11] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, (2012). *Calefacción en grandes edificios con biomasa. Aspectos Técnicos..* Madrid.

AGRADECIMIENTOS



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que me han ayudado durante la realización de este Proyecto Final de Grado.

A mi familia, por todos los consejos, el empeño e insistencia que me habeis ofrecido durante toda mi vida para ayudarme a elegir el mejor camino. Por vuestra confianza en mí.

A mis profesores, desde el colegio hasta la universidad, por todo lo que he aprendido gracias a vosotros, y en especial a mi tutor académico Andrea, por su tiempo y dedicación empleado en este proyecto.

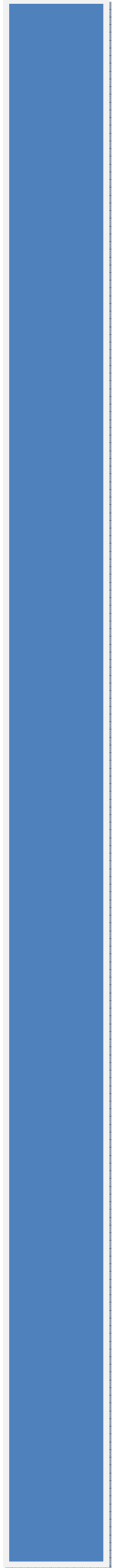
A todos mis compañeros y amigos.

Y a Jose, porque sin ti nada sería lo mismo.

Gracias a todos.

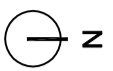
ANEXO 1

PLANOS

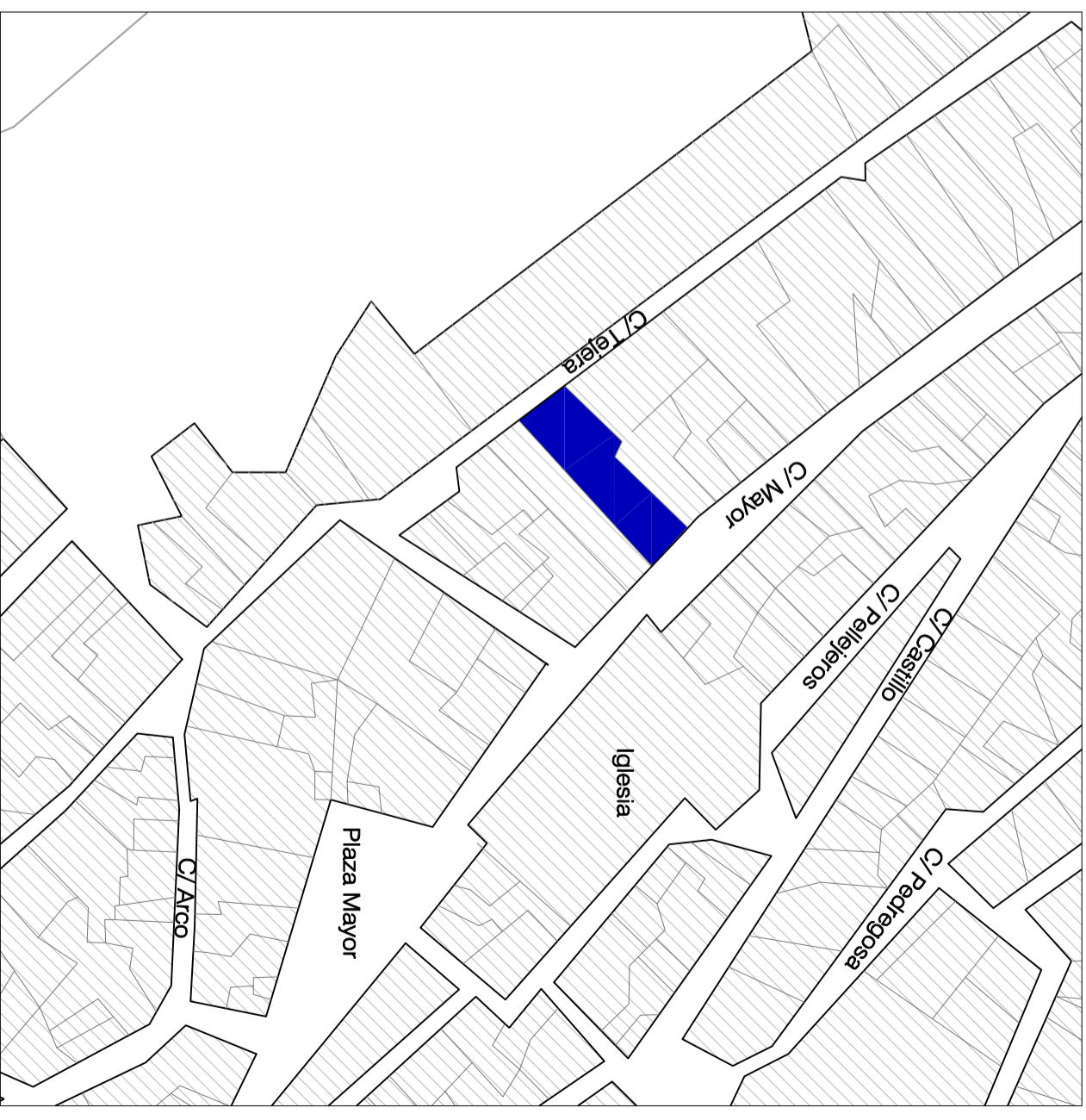
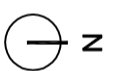


INDICE PLANOS

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA
3. DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA Y CUBIERTA
4. COTAS Y SUPERFICIES
5. REFERENCIA CARPINTERÍAS
6. CARPINTERÍAS
7. ALZADOS
8. SECCIONES



SITUACIÓN
E: 1/2500



EMPLAZAMIENTO
E: 1/1000

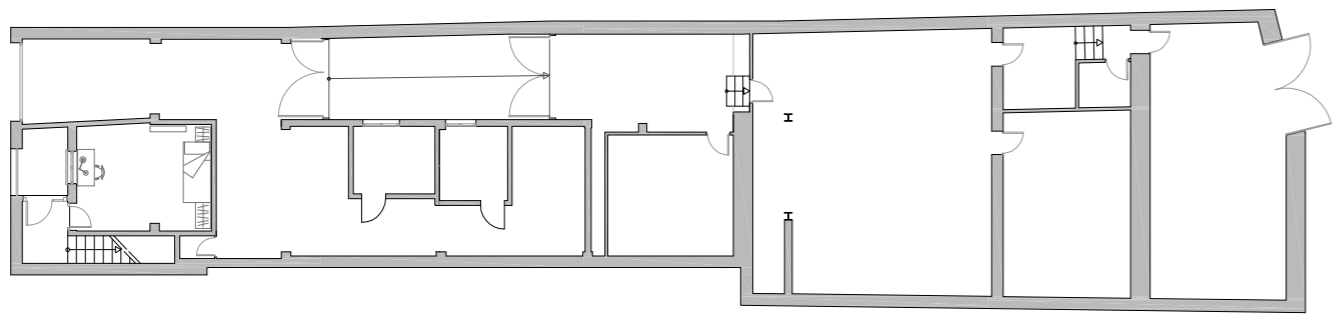
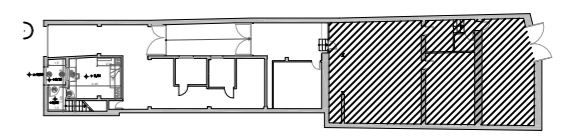
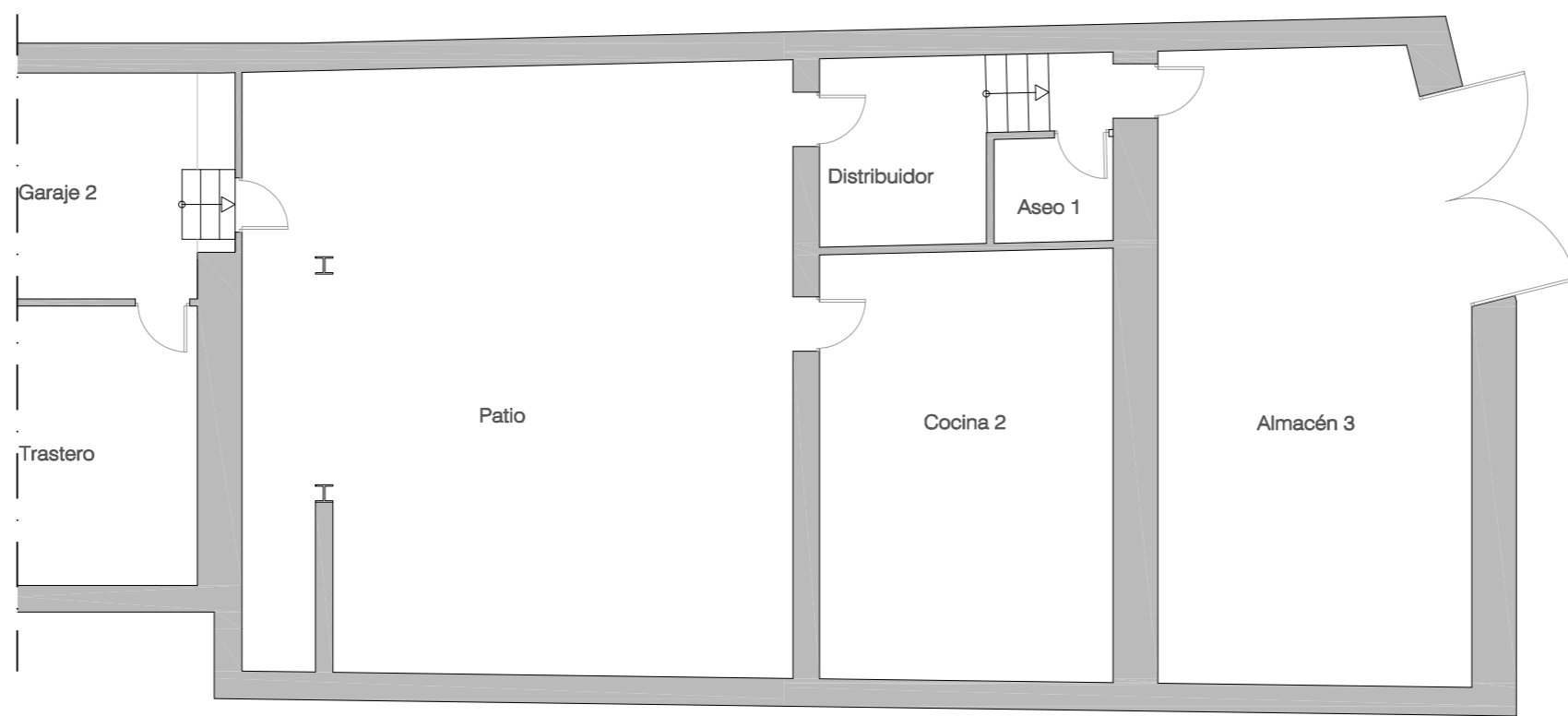
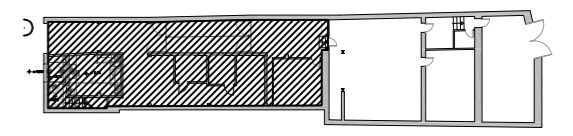
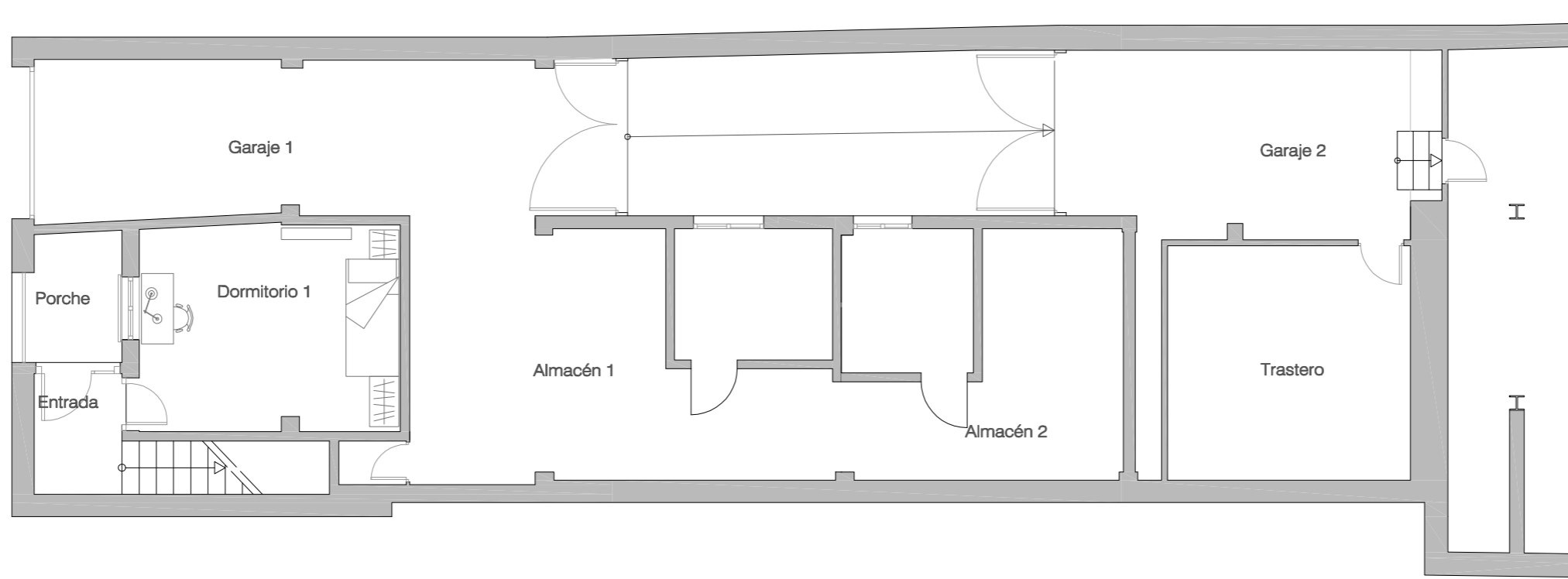
PROYECTO FINAL DE GRADO
CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

ALUMNA: MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN

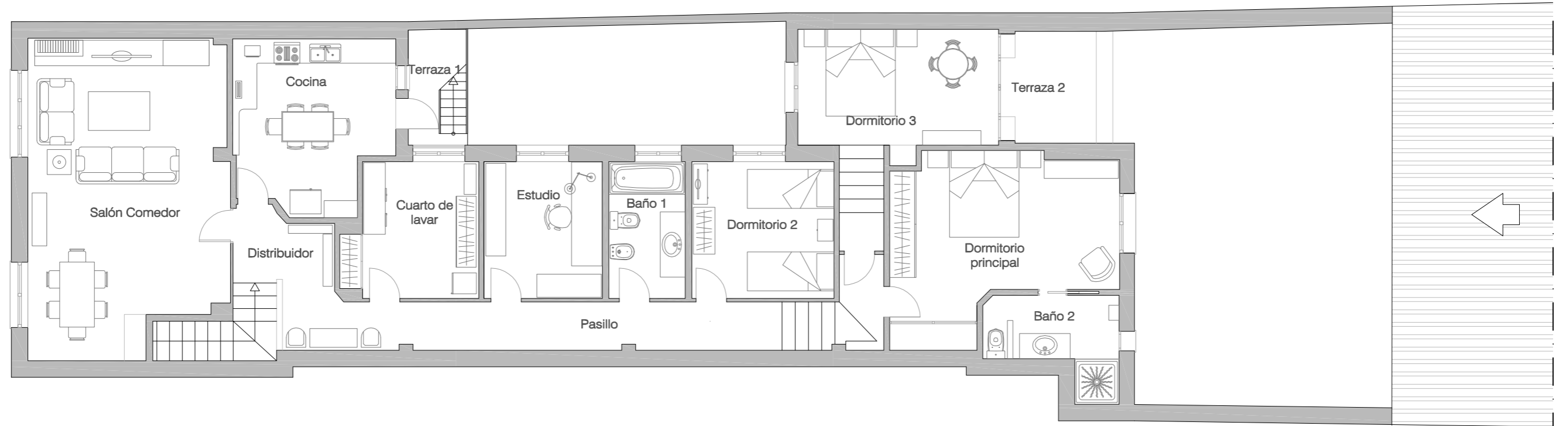
ESCALA: VARIAS

PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

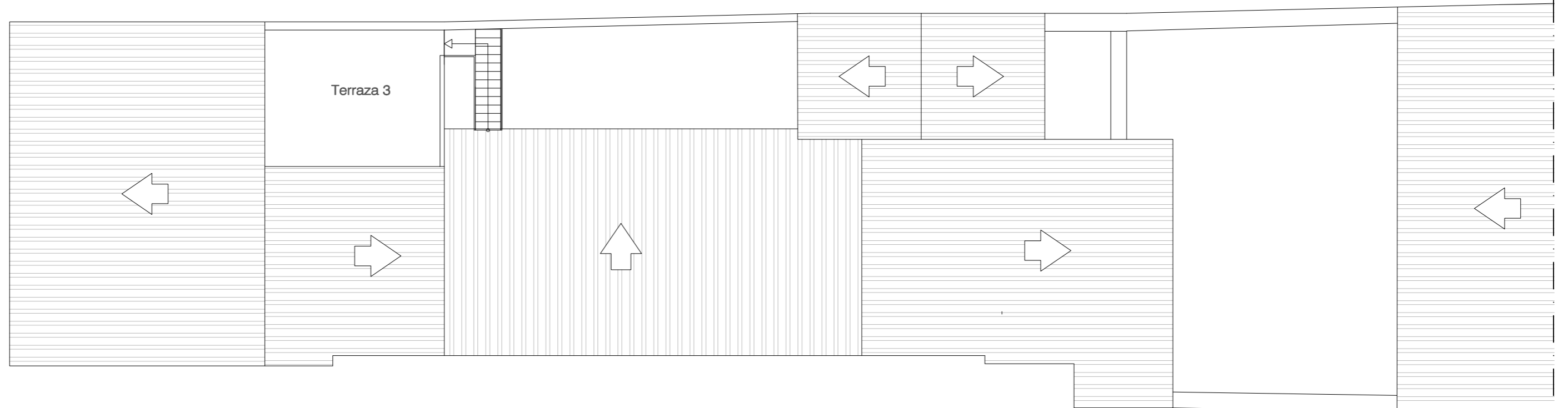
PLANO Nº: 1



| | |
|---|-----------------------------|
| PROYECTO FINAL DE GRADO | |
| CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR | |
| ALUMNOS: | MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN |
| ESCALA: | 1:100 |
| PLANO: | DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA |
| PLANO N°: | 2 |

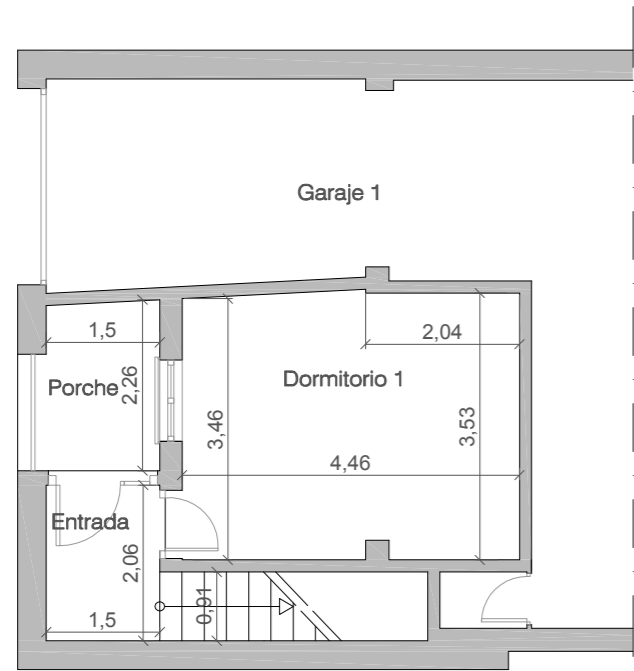


PLANTA PRIMERA

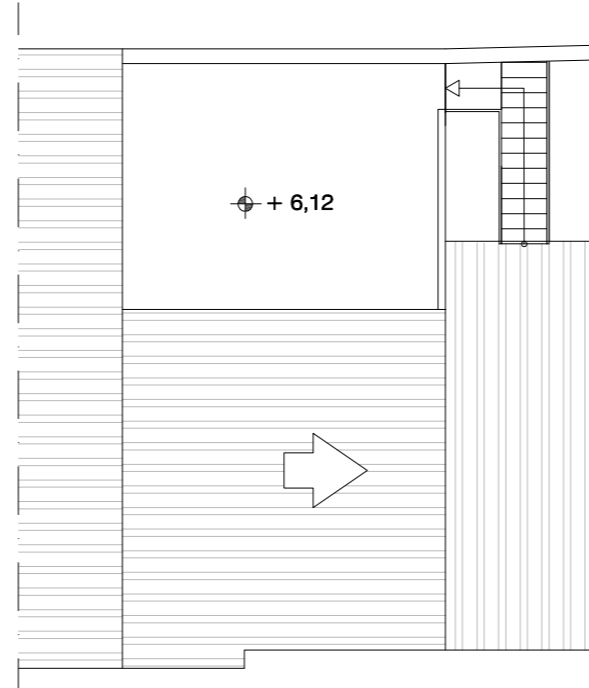


PLANTA CUBIERTA

| | |
|---|------------------|
| PROYECTO FINAL DE GRADO CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR | |
| ALUMNOS: MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN | ESCALA: 1:100 |
| PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA Y CUBIERTA | PLANO N°: 3 |



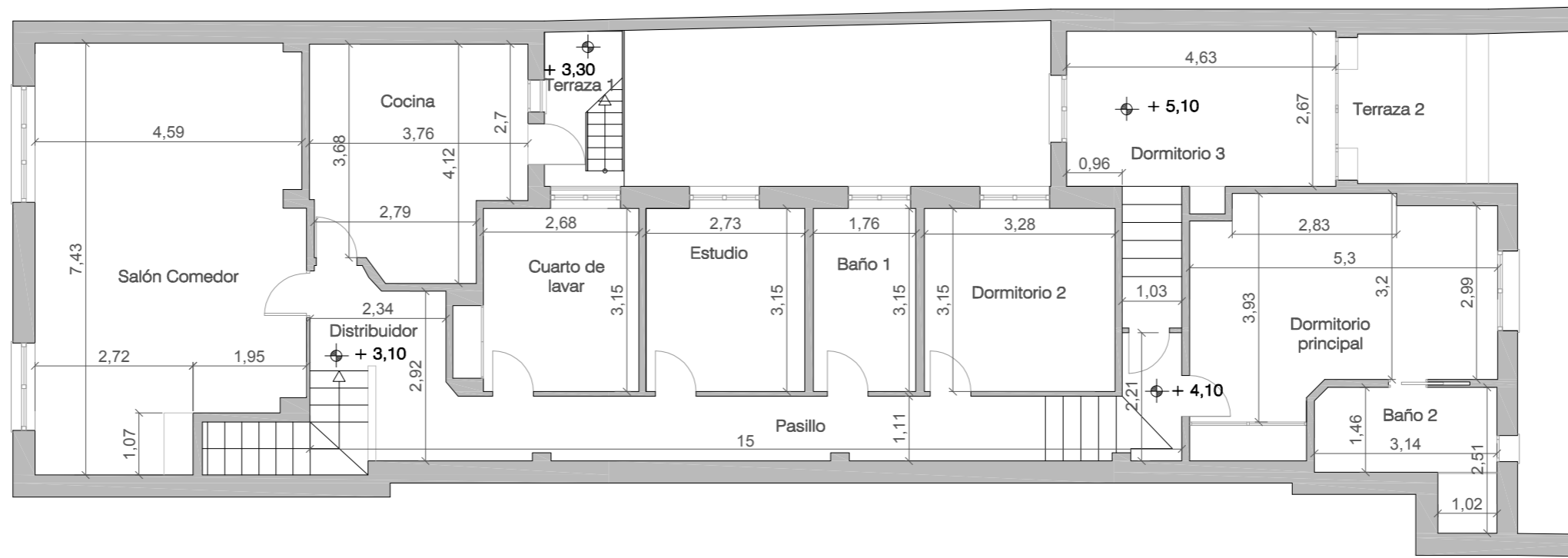
PLANTA BAJA



PLANTA CUBIERTA

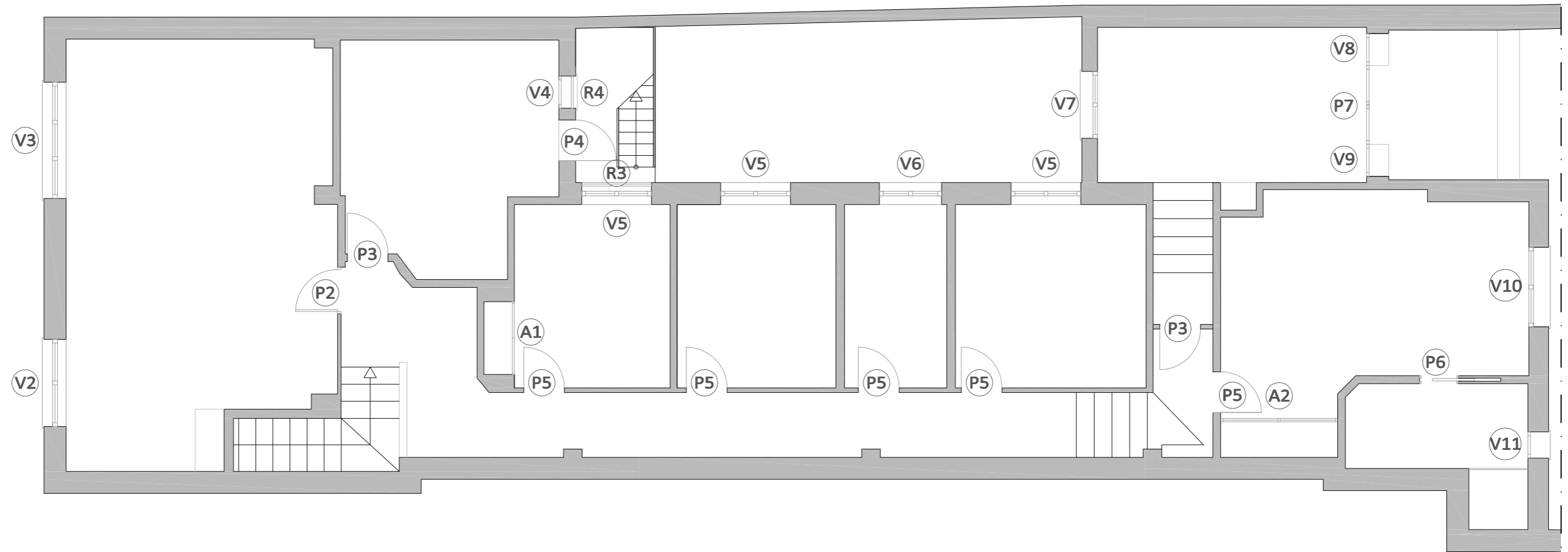
| PLANTA BAJA (m ²) | |
|-------------------------------|-------------|
| Porche | 3,92 |
| Entrada | 3,41 |
| Dormitorio 1 | 15,84 |
| Escalera | 4,73 |
| TOTAL | 27,9 |

| PLANTA PRIMERA (m ²) | |
|----------------------------------|---------------|
| Distribuidor | 5,84 |
| Pasillo | 15,03 |
| Salón Comedor | 31,59 |
| Cocina | 13,67 |
| Cuarto Lavadora | 9,11 |
| Estudio | 8,62 |
| Baño 1 | 5,57 |
| Dormitorio 2 | 10,36 |
| Dormitorio Principal | 19,12 |
| Baño 2 | 5,62 |
| Dormitorio 3 | 15,15 |
| Terraza 1 | 3,57 |
| Terraza 2 | 4,75 |
| TOTAL | 139,68 |

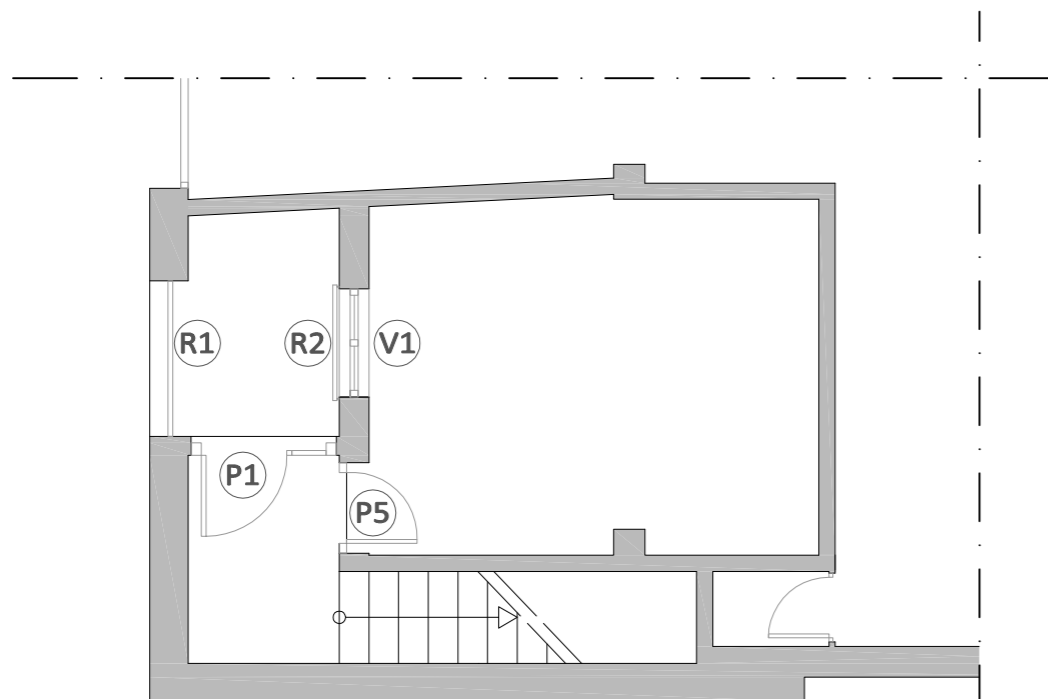


PLANTA PRIMERA

| PROYECTO FINAL DE GRADO | | |
|---|-----------------------------|------------------|
| CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR | | |
| ALUMNOS: | MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN | ESCALA: 1:100 |
| PLANO: | COTAS Y SUPERFICIES | PLANO N°: 4 |

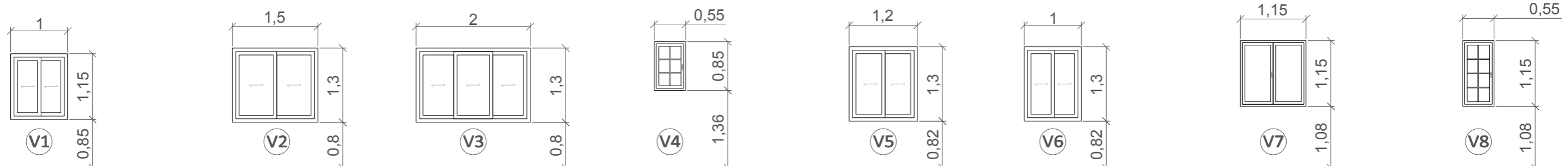


PLANTA PRIMERA

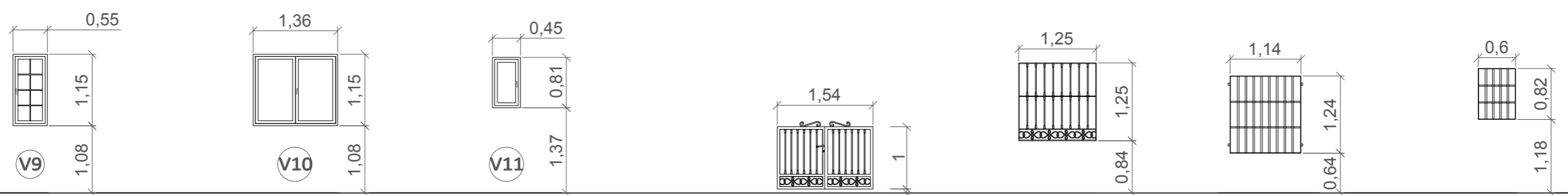


PLANTA BAJA

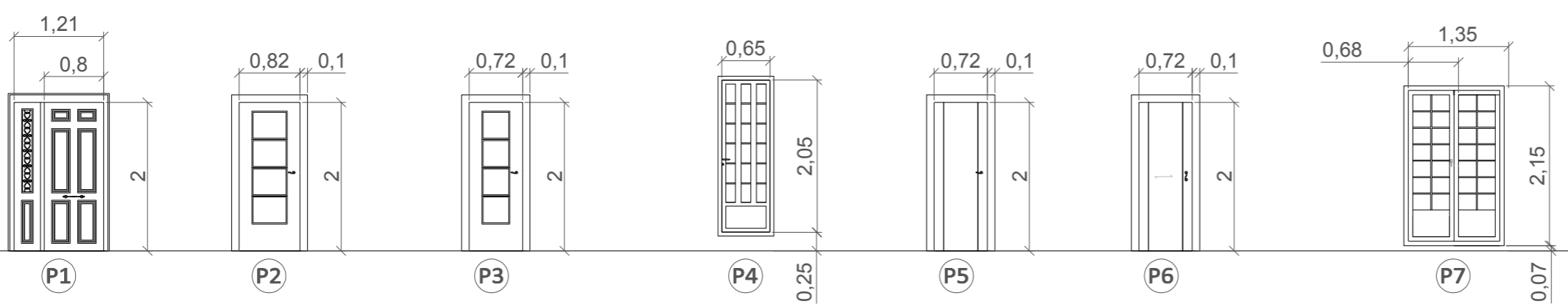
| | | |
|---|-----------------------------|-----------------|
| PROYECTO FINAL DE GRADO CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR | | |
| ALUMNOS: | MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN | ESCALA: 1:75 |
| PLANO: | REFERENCIA CARPINTERIAS | PLANO N°: 5 |



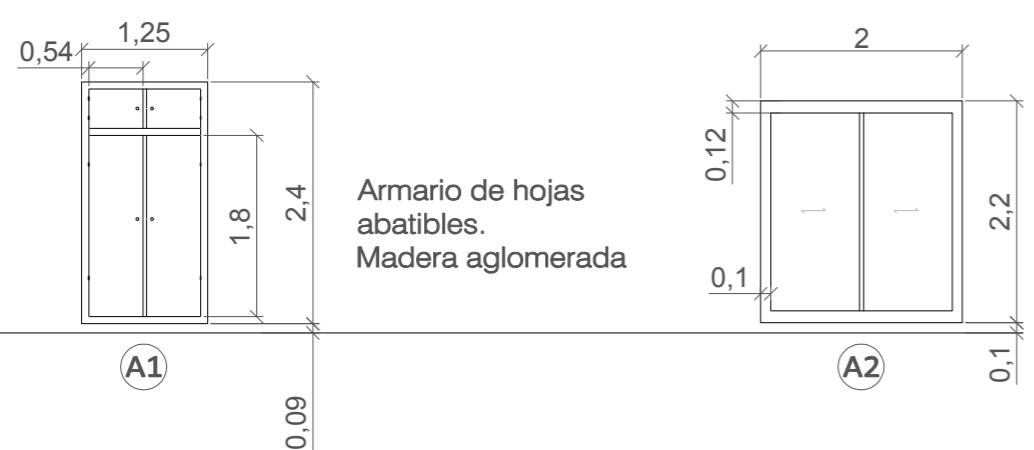
V1 Aluminio Corredera Vidrio sencillo
 V2 Aluminio Corredera Vidrio sencillo
 V3 Aluminio Corredera Vidrio sencillo
 V4 Aluminio Abatible Vidrio Climalit SGG
 V5 Aluminio Corredera Vidrio sencillo
 V6 Aluminio Corredera Vidrio sencillo
 V7 Aluminio Abatible Vidrio Climalit SGG
 V8 Aluminio Abatible Vidrio Climalit SGG



V9 Aluminio Abatible Vidrio Climalit SGG
 V10 Aluminio Abatible Vidrio Climalit SGG
 V11 Aluminio Abatible Vidrio Climalit SGG
 R1 Reja entrada Aluminio lacado
 R2 Reja Dormitorio 1 Aluminio lacado
 R3 Reja Cuarto de lavar Aluminio lacado
 R4 Reja Cocina Aluminio lacado

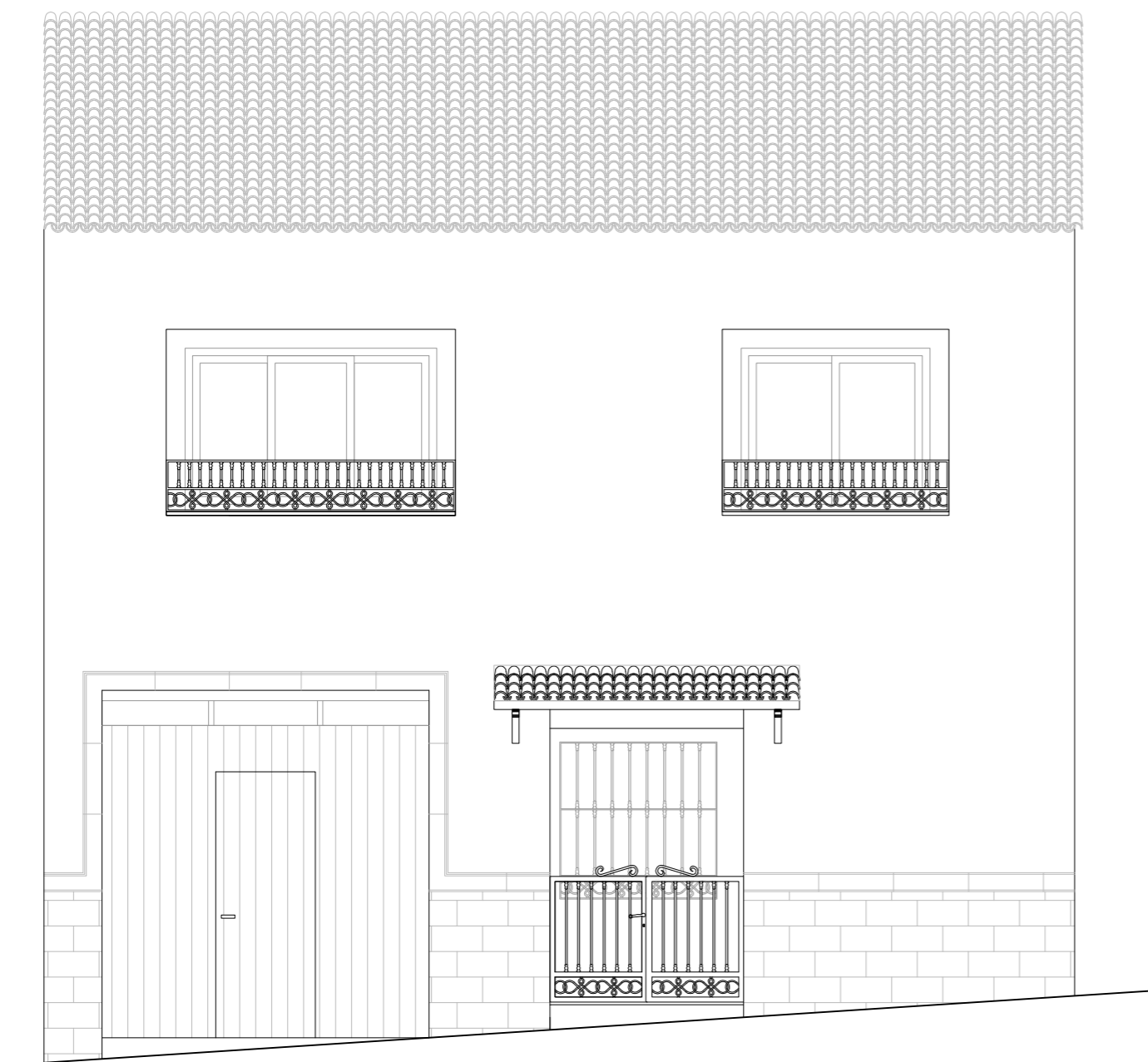


P1 Puerta entrada
 P2 Puerta de paso Madera de roble Vidrio impreso translúcido
 P3 Puerta de paso Madera de roble Vidrio impreso translúcido
 P4 Puerta de aluminio. Vidrio Climalit SGG
 P5 Puerta de paso Madera de roble
 P6 Puerta de paso Madera de roble
 P7 Puerta de aluminio. Vidrio Climalit SGG

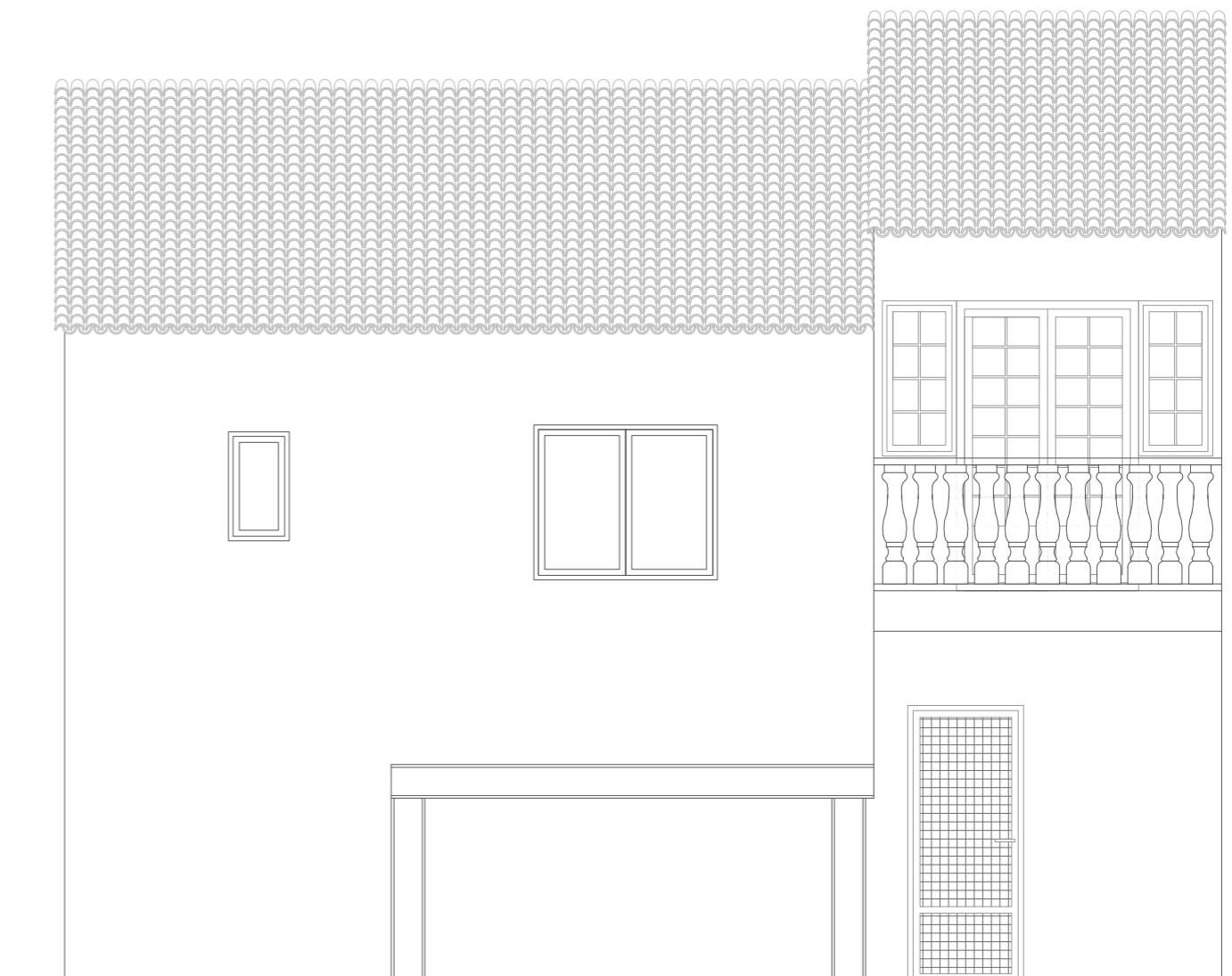


A1 Armario de hojas abatibles. Madera aglomerada
 A2 Armario de hojas correderas. Madera de roble

| | |
|---|-----------------------------|
| PROYECTO FINAL DE GRADO | |
| CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR | |
| ALUMNOS: | MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN |
| ESCALA: | 1:75 |
| PLANO: | CARPINTERIAS |
| PLANO N°: | 6 |

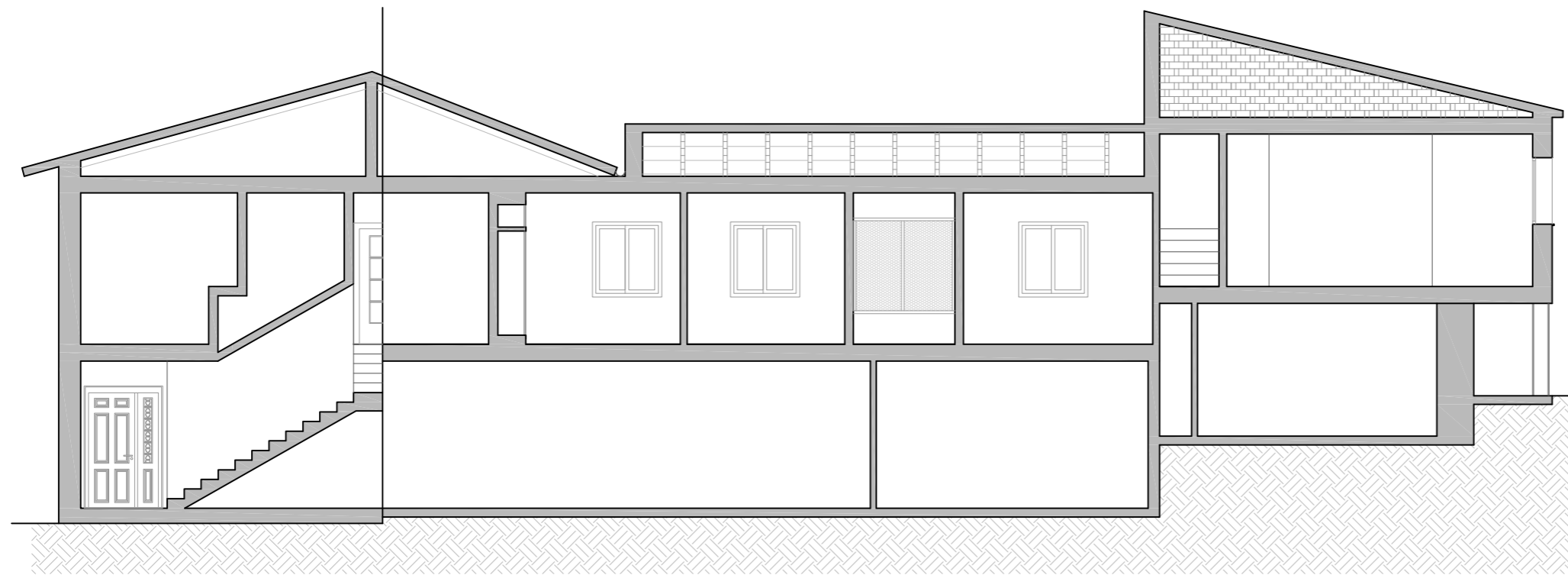


ALZADO PRINCIPAL

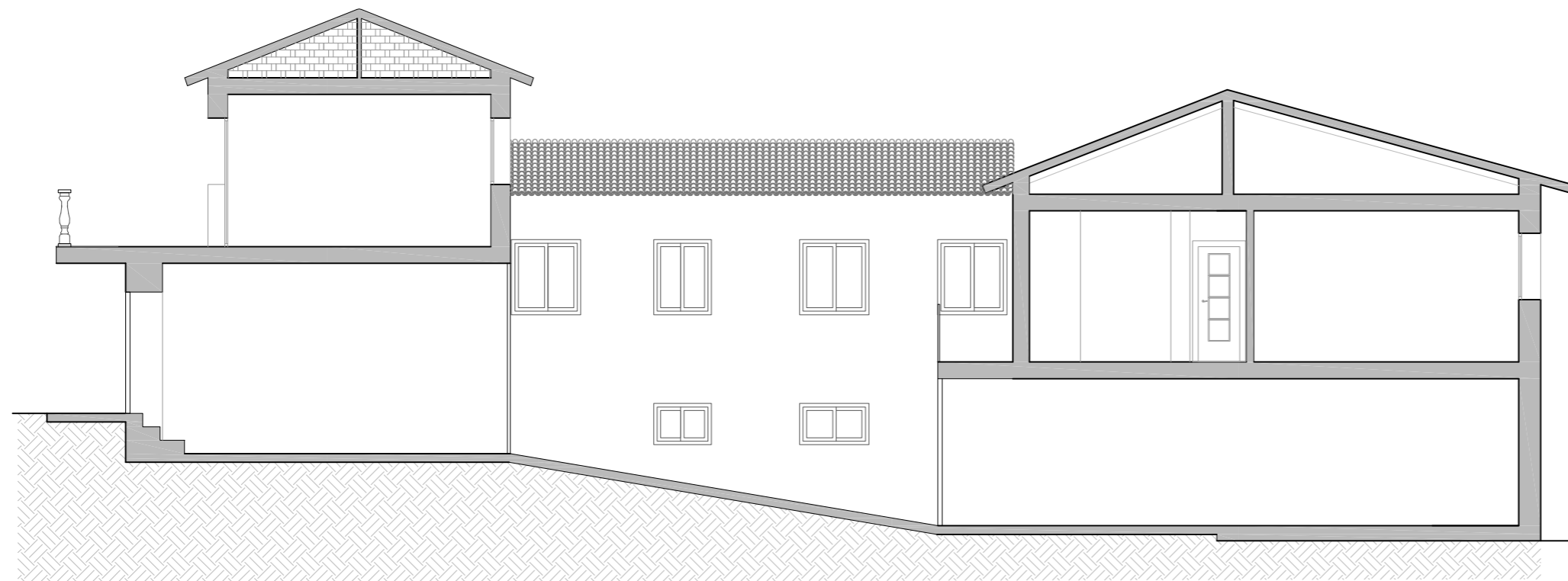
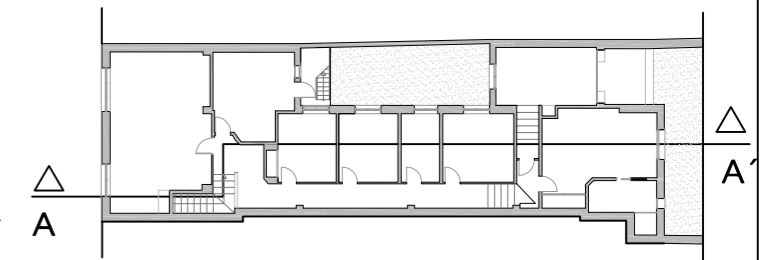


ALZADO POSTERIOR

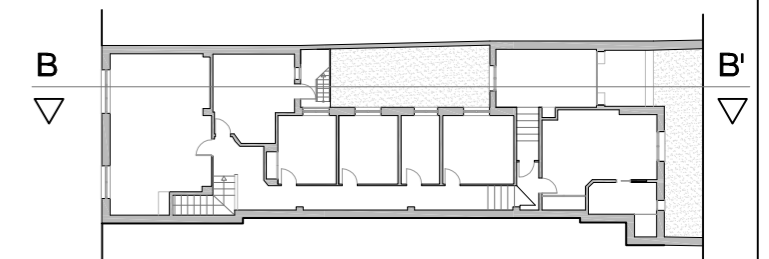
| | |
|--|----------------------------------|
| <p>PROYECTO FINAL DE GRADO CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</p> | |
| <p>ALUMNOS: MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN</p> | <p>ESCALA: 1:50</p> |
| <p>PLANO: ALZADOS</p> | <p>PLANO N°: 7</p> |



SECCIÓN A - A'



SECCIÓN B - B'



| | |
|--|-----------------------------------|
| <p>PROYECTO FINAL DE GRADO CONTRIBUCIÓN A LA MEJORA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</p> | |
| <p>ALUMNOS: MARTÍNEZ BALLESTEROS, BELÉN</p> | <p>ESCALA: 1:100</p> |
| <p>PLANO: SECCIONES</p> | <p>PLANO N°: 8</p> |



ANEXO 2

***DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS
GENERADOS POR CALENER VyP***

VIVIENDA EN SITUACIÓN ORIGINAL



Calificación Energética




IDA Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA


Proyecto: Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro

Fecha: 29/05/2012

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

1. DATOS GENERALES

| | |
|--|---|
| Nombre del Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Autónoma Castilla la Mancha |
| Dirección del Proyecto C/ Mayor nº 45 | |
| Autor del Proyecto Belén Martínez Ballesteros | |
| Autor de la Calificación ETSIE | |
| E-mail de contacto belmarba@arqt.upv.es | Teléfono de contacto - |
| Tipo de edificio Unifamiliar | |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


2.1. Espacios

| Nombre | Planta | Uso | Clase higrometría | Área (m ²) | Altura (m) |
|---------|--------|-------------------------|-------------------|------------------------|------------|
| P01_E01 | P01 | Residencial | 3 | 15,74 | 2,55 |
| P01_E02 | P01 | Residencial | 3 | 8,45 | 2,55 |
| P02_E01 | P02 | Residencial | 3 | 35,28 | 2,65 |
| P02_E02 | P02 | Residencial | 3 | 19,29 | 2,65 |
| P02_E03 | P02 | Residencial | 3 | 41,62 | 2,65 |
| P02_E04 | P02 | Residencial | 3 | 19,35 | 2,65 |
| P02_E05 | P02 | Residencial | 3 | 4,74 | 2,65 |
| P02_E06 | P02 | Residencial | 3 | 16,39 | 2,65 |
| P02_E07 | P02 | Residencial | 3 | 14,72 | 2,65 |
| P03_E01 | P03 | Nivel de estanqueidad 4 | 3 | 151,39 | 0,80 |

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


| Nombre | K (W/mK) | e (kg/m ³) | Cp (J/kgK) | R (m ² K/W) | Z (m ² sPa/kg) |
|--|----------|------------------------|------------|------------------------|---------------------------|
| Caliza blanda [1600 < d < 1790] | 1,100 | 1695,00 | 1000,00 | - | 25 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,400 | 875,00 | 1000,00 | - | 10 |
| BH convencional espesor 200 mm | 0,923 | 860,00 | 1000,00 | - | 10 |
| XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ | 0,034 | 37,50 | 1000,00 | - | 100 |
| Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | - | - | - | 0,17 | - |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |


| Nombre | K (W/mK) | e (kg/m³) | Cp (J/kgK) | R (m²K/W) | Z (m²sPa/kg) |
|---|-------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|
| Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,432 | 930,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,570 | 1150,00 | 1000,00 | - | 6 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,550 | 1125,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm | - | - | - | 0,16 | - |
| BC con mortero aislante espesor 190 mm | 0,306 | 910,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Teja de arcilla cocida | 1,000 | 2000,00 | 800,00 | - | 30 |
| Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m | 0,228 | 670,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 1,000 | 2000,00 | 800,00 | - | 30 |
| Betún fieltro o lámina | 0,230 | 1100,00 | 1000,00 | - | 50000 |
| Hormigón con otros áridos ligeros d 900 | 0,270 | 900,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Arena y grava [1700 < d < 2200] | 2,000 | 1450,00 | 1050,00 | - | 50 |
| FU Entrevigado de hormigón aligerado -Cant | 1,128 | 1090,00 | 1000,00 | - | 7 |
| FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasa | 0,256 | 750,00 | 1000,00 | - | 60 |
| Hormigón armado 2300 < d < 2500 | 2,300 | 2400,00 | 1000,00 | - | 80 |

2.2.2 Composición de Cerramientos

| Nombre | U (W/m²K) | Material | Espesor (m) |
|----------------|--------------|--|----------------|
| Fach principal | 0,59 | Caliza blanda [1600 < d < 1790] | 0,020 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,015 |
| | | BH convencional espesor 200 mm | 0,200 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,030 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| Nombre | U (W/m²K) | Material | Espesor (m) |
|-----------------|--------------|--|----------------|
| Fach principal | 0,59 | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Medianera | 0,52 | BH convencional espesor 200 mm | 0,200 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,015 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Fach posterior | 0,42 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | BC con mortero aislante espesor 190 mm | 0,190 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,015 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Cub inclinada | 2,49 | Teja de arcilla cocida | 0,020 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < | 0,040 |
| Forjado z nueva | 0,68 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,035 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,040 |
| | | FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - | 0,300 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,020 |
| Cerram a patio | 0,60 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | BH convencional espesor 200 mm | 0,200 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| Nombre | U (W/m²K) | Material | Espesor (m) |
|----------------|--------------|--|----------------|
| Cerram a patio | 0,60 | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,030 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Med zona nueva | 0,43 | BC con mortero aislante espesor 190 mm | 0,190 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Solera | 1,46 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,035 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,060 |
| | | Hormigón armado 2300 < d < 2500 | 0,100 |
| | | Hormigón con otros áridos ligeros d 900 | 0,100 |
| Part interior | 2,51 | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| | | Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < | 0,040 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Forjado | 1,81 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,035 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,040 |
| | | FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 30 | 0,300 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |

2.3. Cerramientos semitransparentes

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

2.3.1 Vidrios

| Nombre | U (W/m ² K) | Factor solar |
|------------------|---------------------------|--------------|
| HOR_DB3_4-12-331 | 2,20 | 0,60 |
| VER_DB3_4-12-331 | 1,60 | 0,50 |
| VER_M_4 | 5,70 | 0,85 |


2.3.2 Marcos

| Nombre | U (W/m ² K) |
|--|---------------------------|
| VER_Normal sin rotura de puente térmico | 5,70 |
| VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm | 4,00 |
| VER_Madera de densidad media alta | 2,20 |

2.3.3 Huecos

| | |
|---|---|
| Nombre | v1 |
| Acrilamiento | VER_M_4 |
| Marco | VER_Normal sin rotura de puente térmico |
| % Hueco | 26,10 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 5,70 |
| Factor solar | 0,67 |

| | |
|---------------------|---------|
| Nombre | v2 |
| Acrilamiento | VER_M_4 |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|---|---|
| Marco | VER_Normal sin rotura de puente térmico |
| % Hueco | 20,12 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 5,70 |
| Factor solar | 0,71 |

| | |
|---|---|
| Nombre | v3 |
| Acrilamiento | VER_M_4 |
| Marco | VER_Normal sin rotura de puente térmico |
| % Hueco | 22,56 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 5,70 |
| Factor solar | 0,69 |

| | |
|---|--|
| Nombre | V4 |
| Acrilamiento | VER_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 28,79 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,29 |
| Factor solar | 0,39 |

| | |
|---------------------|---|
| Nombre | V5 |
| Acrilamiento | VER_M_4 |
| Marco | VER_Normal sin rotura de puente térmico |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| % Hueco | 22,47 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 5,70 |
| Factor solar | 0,69 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V6 |
| Acrilamiento | VER_M_4 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 25,12 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 5,27 |
| Factor solar | 0,66 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V7 |
| Acrilamiento | VER_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 20,42 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,09 |
| Factor solar | 0,42 |

| | |
|---------------------|--|
| Nombre | V8 |
| Acrilamiento | VER_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 25,62 |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 2,21 |
| Factor solar | 0,40 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V10 |
| Acrilamiento | HOR_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 20,19 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,56 |
| Factor solar | 0,50 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V11 |
| Acrilamiento | VER_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 32,37 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,38 |
| Factor solar | 0,37 |


| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Nombre | P1 |
| Acrilamiento | VER_M_4 |
| Marco | VER_Madera de densidad media alta |
| % Hueco | 100,00 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 60,00 |

| | | |
|--|--|--------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto | |
| | Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad | Comunidad |
| | Peñas de San Pedro | Castilla la Mancha |

| | |
|---------------------|------|
| U (W/m²K) | 2,20 |
| Factor solar | 0,06 |


| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | P4 |
| Acristalamiento | HOR_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 54,49 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 3,18 |
| Factor solar | 0,33 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | P7 |
| Acristalamiento | HOR_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 50,51 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 50,00 |
| U (W/m²K) | 3,11 |
| Factor solar | 0,35 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

3. Sistemas

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Nombre | mixto |
| Tipo | Sistema mixto |
| Nombre Equipo | EQ_Caldera-Convencional-Defecto |
| Tipo Equipo | Caldera eléctrica o de combustible |
| Nombre unidad terminal | UT1 |
| Zona asociada | P01_E01 |
| Nombre unidad terminal | UT2 |
| Zona asociada | P01_E02 |
| Nombre unidad terminal | UT3 |
| Zona asociada | P02_E01 |
| Nombre unidad terminal | UT4 |
| Zona asociada | P02_E02 |
| Nombre unidad terminal | UT5 |
| Zona asociada | P02_E03 |
| Nombre unidad terminal | UT6 |
| Zona asociada | P02_E04 |
| Nombre unidad terminal | UT7 |
| Zona asociada | P02_E05 |
| Nombre unidad terminal | UT8 |
| Zona asociada | P02_E06 |
| Nombre unidad terminal | UT9 |
| Zona asociada | P02_E07 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |


| | |
|--|---------|
| Nombre demanda ACS | demanda |
| Nombre equipo acumulador | ninguno |
| Porcentaje abastecido con energía solar | 0,00 |
| Temperatura impulsión del ACS (°C) | 60,0 |
| Temp. impulsión de la calefacción(°C) | 80,0 |

4. Equipos

| | |
|---|--|
| Nombre | EQ_Caldera-Convencional-Defecto |
| Tipo | Caldera eléctrica o de combustible |
| Capacidad nominal (kW) | 24,00 |
| Rendimiento nominal | 0,85 |
| 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-Convencional-Defecto |
| Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo | ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad |
| Tipo energía | Gasoleo |

5. Unidades terminales

| | |
|---------------|-----|
| Nombre | UT1 |
|---------------|-----|

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|---|-----------------------|
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P01_E01 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,57 |


| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT2 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P01_E02 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 0,90 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT3 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E01 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 3,50 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT4 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E02 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,90 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT5 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E03 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 4,20 |

| | |
|---------------|-----|
| Nombre | UT6 |
|---------------|-----|

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|---|-----------------------|
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E04 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 0,47 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT7 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E05 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 0,50 |


| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT8 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E06 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,60 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT9 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E07 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,50 |


6. Justificación

6.1. Contribución solar

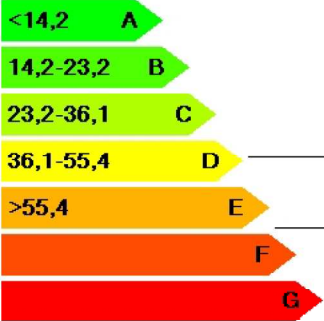
| Nombre | Contribución Solar | Contribución Solar Mínima HE-4 |
|--------|--------------------|--------------------------------|
|--------|--------------------|--------------------------------|

| | | |
|--|--|--------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto | |
| | Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad | Comunidad |
| | Peñas de San Pedro | Castilla la Mancha |

| | | |
|-------|-----|------|
| mixto | 0,0 | 50,0 |
|-------|-----|------|


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

7. Resultados

| Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m² | Edificio Objeto | | | Edificio Referencia | | |
|--|--|----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| |  | | | | | |
| | Clase | kWh/m² | kWh/año | Clase | kWh/m² | kWh/año |
| Demanda calefacción | E | 164,6 | 28899,8 | D | 101,0 | 17733,2 |
| Demanda refrigeración | B | 3,7 | 649,6 | B | 3,0 | 526,7 |
| | Clase | kgCO2/m² | kgCO2/año | Clase | kgCO2/m² | kgCO2/año |
| Emisiones CO2 calefacción | E | 56,1 | 9849,8 | D | 38,4 | 6742,1 |
| Emisiones CO2 refrigeración | C | 2,1 | 368,7 | B | 1,7 | 298,5 |
| Emisiones CO2 ACS | E | 6,2 | 1088,6 | D | 4,1 | 719,9 |
| Emisiones CO2 totales | | | 11307,1 | | | 7760,5 |

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|---------------------------------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| | por metro cuadrado | anual | por metro cuadrado | anual |
| Consumo energía final (kWh) | 219,1 | 38477,4 | 153,2 | 26902,6 |
| Consumo energía primaria (kWh) | 241,8 | 42461,3 | 177,7 | 31199,7 |

| | | |
|--|--|--------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto | |
| | Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad | Comunidad |
| | Peñas de San Pedro | Castilla la Mancha |

| | | | | |
|------------------------------|------|---------|------|--------|
| Emisiones CO2 (kgCO2) | 64,4 | 11307,1 | 44,2 | 7760,5 |
|------------------------------|------|---------|------|--------|

***VIVIENDA DESPUÉS DE APLICAR
MODIFICACIONES***



Calificación Energética




IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA


Proyecto: Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro

Fecha: 29/05/2012

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

1. DATOS GENERALES

| | |
|--|---|
| Nombre del Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Autónoma Castilla la Mancha |
| Dirección del Proyecto C/ Mayor nº 45 | |
| Autor del Proyecto Belén Martínez Ballesteros | |
| Autor de la Calificación ETSIE | |
| E-mail de contacto belmarba@arqt.upv.es | Teléfono de contacto - |
| Tipo de edificio Unifamiliar | |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


2.1. Espacios

| Nombre | Planta | Uso | Clase higrometría | Área (m ²) | Altura (m) |
|---------|--------|-------------------------|-------------------|------------------------|------------|
| P01_E01 | P01 | Residencial | 3 | 15,74 | 2,55 |
| P01_E02 | P01 | Residencial | 3 | 8,45 | 2,55 |
| P02_E01 | P02 | Residencial | 3 | 35,28 | 2,65 |
| P02_E02 | P02 | Residencial | 3 | 19,29 | 2,65 |
| P02_E03 | P02 | Residencial | 3 | 41,62 | 2,65 |
| P02_E04 | P02 | Residencial | 3 | 19,35 | 2,65 |
| P02_E05 | P02 | Residencial | 3 | 4,74 | 2,65 |
| P02_E06 | P02 | Residencial | 3 | 16,39 | 2,65 |
| P02_E07 | P02 | Residencial | 3 | 14,72 | 2,65 |
| P03_E01 | P03 | Nivel de estanqueidad 4 | 3 | 151,39 | 0,80 |

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


| Nombre | K (W/mK) | e (kg/m ³) | Cp (J/kgK) | R (m ² K/W) | Z (m ² sPa/kg) |
|--|----------|------------------------|------------|------------------------|---------------------------|
| Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,400 | 875,00 | 1000,00 | - | 10 |
| XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ | 0,034 | 37,50 | 1000,00 | - | 100 |
| BH convencional espesor 200 mm | 0,923 | 860,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | - | - | - | 0,17 | - |
| Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,432 | 930,00 | 1000,00 | - | 10 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |


| Nombre | K (W/mK) | e (kg/m³) | Cp (J/kgK) | R (m²K/W) | Z (m²sPa/kg) |
|---|-------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|
| Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,570 | 1150,00 | 1000,00 | - | 6 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,550 | 1125,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm | - | - | - | 0,16 | - |
| BC con mortero aislante espesor 190 mm | 0,306 | 910,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Teja de arcilla cocida | 1,000 | 2000,00 | 800,00 | - | 30 |
| Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m | 0,228 | 670,00 | 1000,00 | - | 10 |
| Plaqueta o baldosa cerámica | 1,000 | 2000,00 | 800,00 | - | 30 |
| Hormigón con otros áridos ligeros d 900 | 0,270 | 900,00 | 1000,00 | - | 10 |
| MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] | 0,041 | 40,00 | 1000,00 | - | 1 |
| FU Entrevigado de hormigón aligerado -Cant | 1,128 | 1090,00 | 1000,00 | - | 7 |
| Arena y grava [1700 < d < 2200] | 2,000 | 1450,00 | 1050,00 | - | 50 |
| FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasa | 0,256 | 750,00 | 1000,00 | - | 60 |
| Hormigón armado 2300 < d < 2500 | 2,300 | 2400,00 | 1000,00 | - | 80 |

2.2.2 Composición de Cerramientos


| Nombre | U (W/m²K) | Material | Espesor (m) |
|----------------|--------------|--|----------------|
| Fach principal | 0,35 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,010 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | BH convencional espesor 200 mm | 0,200 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,030 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| Nombre | U (W/m²K) | Material | Espesor (m) |
|-----------------|--------------|--|----------------|
| Fach principal | 0,35 | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Medianera | 0,52 | BH convencional espesor 200 mm | 0,200 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,015 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Fach posterior | 0,28 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,010 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | BC con mortero aislante espesor 190 mm | 0,190 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,015 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Cub inclinada | 2,49 | Teja de arcilla cocida | 0,020 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < | 0,040 |
| Forjado cubier | 0,40 | MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] | 0,040 |
| | | FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 30 | 0,300 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,035 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,020 |
| Forjado z nueva | 0,40 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,035 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| Nombre | U (W/m²K) | Material | Espesor (m) |
|-----------------|--------------|--|----------------|
| Forjado z nueva | 0,40 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,040 |
| | | FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - | 0,300 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,035 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,020 |
| Cerram a patio | 0,35 | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,010 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | BH convencional espesor 200 mm | 0,200 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,030 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Med zona nueva | 0,43 | BC con mortero aislante espesor 190 mm | 0,190 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,040 |
| | | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | 0,000 |
| | | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,070 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Solera | 1,46 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,035 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,060 |
| | | Hormigón armado 2300 < d < 2500 | 0,100 |
| | | Hormigón con otros áridos ligeros d 900 | 0,100 |
| Part interior | 2,51 | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| Nombre | U (W/m²K) | Material | Espesor (m) |
|---------------|-----------|--|-------------|
| Part interior | 2,51 | Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < | 0,040 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |
| Forjado | 0,63 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,035 |
| | | Mortero de cemento o cal para albañilería y para | 0,020 |
| | | Arena y grava [1700 < d < 2200] | 0,040 |
| | | FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 30 | 0,300 |
| | | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0. | 0,035 |
| | | Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 | 0,015 |


2.3. Cerramientos semitransparentes

2.3.1 Vidrios

| Nombre | U (W/m²K) | Factor solar |
|------------------|-----------|--------------|
| HOR_DB2_4-20-4 | 2,30 | 0,70 |
| HOR_DB3_4-12-331 | 2,20 | 0,60 |
| VER_DB3_4-12-331 | 1,60 | 0,50 |
| VER_DC_4-6-4 | 3,30 | 0,75 |
| VER_M_4 | 5,70 | 0,85 |

2.3.2 Marcos

| Nombre | U (W/m²K) |
|--|-----------|
| VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm | 4,00 |
| VER_Madera de densidad media alta | 2,20 |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

2.3.3 Huecos

| | |
|---|--|
| Nombre | v1 |
| Acristalamiento | VER_DC_4-6-4 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 26,10 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 3,00 |
| U (W/m²K) | 3,48 |
| Factor solar | 0,58 |

| | |
|---|--|
| Nombre | V2 |
| Acristalamiento | VER_DC_4-6-4 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 20,12 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 3,00 |
| U (W/m²K) | 3,44 |
| Factor solar | 0,62 |

| | |
|---|--|
| Nombre | v3 |
| Acristalamiento | VER_DC_4-6-4 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 22,56 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 3,00 |
| U (W/m²K) | 3,46 |
| Factor solar | 0,61 |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V4 |
| Acrisolamiento | VER_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 28,79 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,29 |
| Factor solar | 0,39 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V5 |
| Acrisolamiento | HOR_DB2_4-20-4 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 22,47 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 3,00 |
| U (W/m²K) | 2,68 |
| Factor solar | 0,57 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V6 |
| Acrisolamiento | HOR_DB2_4-20-4 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 25,12 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 3,00 |
| U (W/m²K) | 2,73 |
| Factor solar | 0,55 |

| | |
|---------------|----|
| Nombre | V7 |
|---------------|----|


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Acristalamiento | VER_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 20,42 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,09 |
| Factor solar | 0,42 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V8 |
| Acristalamiento | VER_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 25,62 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,21 |
| Factor solar | 0,40 |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Nombre | V10 |
| Acristalamiento | HOR_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 20,19 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,56 |
| Factor solar | 0,50 |

| | |
|------------------------|------------------|
| Nombre | V11 |
| Acristalamiento | VER_DB3_4-12-331 |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|---|--|
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 32,37 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 2,38 |
| Factor solar | 0,37 |


| | |
|---|-----------------------------------|
| Nombre | P1 |
| Acrilamiento | VER_M_4 |
| Marco | VER_Madera de densidad media alta |
| % Hueco | 99,00 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 60,00 |
| U (W/m²K) | 2,24 |
| Factor solar | 0,07 |

| | |
|---|--|
| Nombre | P4 |
| Acrilamiento | HOR_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |
| % Hueco | 54,49 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 3,18 |
| Factor solar | 0,33 |

| | |
|---------------------|--|
| Nombre | P7 |
| Acrilamiento | HOR_DB3_4-12-331 |
| Marco | VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm |


| | | |
|--|--|--------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto | |
| | Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad | Comunidad |
| | Peñas de San Pedro | Castilla la Mancha |

| | |
|---|-------|
| % Hueco | 50,51 |
| Permeabilidad m³/hm² a 100Pa | 27,00 |
| U (W/m²K) | 3,11 |
| Factor solar | 0,35 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

3. Sistemas

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Nombre | Mixto |
| Tipo | Sistema mixto |
| Nombre Equipo | EQ_Caldera-Biomasa-Defecto |
| Tipo Equipo | Caldera eléctrica o de combustible |
| Nombre unidad terminal | UT01 |
| Zona asociada | P01_E01 |
| Nombre unidad terminal | UT02 |
| Zona asociada | P01_E02 |
| Nombre unidad terminal | UT03 |
| Zona asociada | P02_E01 |
| Nombre unidad terminal | UT04 |
| Zona asociada | P02_E02 |
| Nombre unidad terminal | UT05 |
| Zona asociada | P02_E03 |
| Nombre unidad terminal | UT06 |
| Zona asociada | P02_E04 |
| Nombre unidad terminal | UT07 |
| Zona asociada | P02_E05 |
| Nombre unidad terminal | UT08 |
| Zona asociada | P02_E06 |
| Nombre unidad terminal | UT09 |
| Zona asociada | P02_E07 |


| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|--|------------|
| Nombre demanda ACS | DemandaACS |
| Nombre equipo acumulador | ninguno |
| Porcentaje abastecido con energía solar | 0,00 |
| Temperatura impulsión del ACS (°C) | 60,0 |
| Temp. impulsión de la calefacción(°C) | 80,0 |


| | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Nombre | S1 |
| Tipo | Sistemas Unizona |
| Zona | P02_E06 |
| Nombre Equipo | EQ_ED_AireAire_SF-Defecto |
| Tipo Equipo | Expansión directa aire-aire sólo frío |
| Caudal de ventilación | 0,0 |

4. Equipos


| | |
|---|---|
| Nombre | EQ_Caldera-Biomasa-Defecto |
| Tipo | Caldera eléctrica o de combustible |
| Capacidad nominal (kW) | 25,00 |
| Rendimiento nominal | 0,80 |
| 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 |

| | | |
|---|--|---------------------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|---|----------------------------------|
| Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo | ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad |
| Tipo energía | Biomasa |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|---|---|
| Nombre | EQ_ED_AireAire_SF-Defecto |
| Tipo | Expansión directa aire-aire sólo frío |
| Capacidad total refrigeración nominal (kW) | 5,00 |
| Capacidad sensible refrigeración nominal(kW) | 3,25 |
| Consumo refrigeración nominal | 2,00 |
| Caudal de aire impulsión nominal (m³/h) | 1500,00 |
| Dif. temperatura termostato | 1,00 |
| Capacidad total refrigeración en función de la temperatura | capTotRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto |
| Capacidad total refrigeración en función de la carga parcial | capTotRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto |
| Capacidad total refrigeración en función de la temperatura | capSenRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto |
| Consumo de refrigeración en función de la temperatura | conRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto |
| Consumo de refrigeración en función de la carga parcial | conRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto |
| Tipo energía | Electricidad |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

5. Unidades terminales


| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT09 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E07 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,50 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT06 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E04 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,90 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT08 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E06 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,60 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT07 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E05 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 0,50 |

| | |
|------------------------|-----------------------|
| Nombre | UT05 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E03 |

| | | |
|--|---|--|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

| | |
|---|------|
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 4,10 |
|---|------|


| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT04 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E02 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,90 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT03 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P02_E01 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 3,50 |

| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT02 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P01_E02 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 0,90 |


| | |
|---|-----------------------|
| Nombre | UT01 |
| Tipo | U.T. De Agua Caliente |
| Zona abastecida | P01_E01 |
| Capacidad o potencia máxima (kW) | 1,60 |

6. Justificación

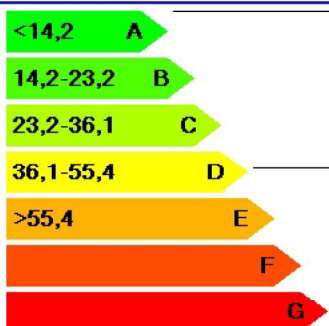
| | | |
|--|--|--------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto | |
| | Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad | Comunidad |
| | Peñas de San Pedro | Castilla la Mancha |

6.1. Contribución solar

| Nombre | Contribución Solar | Contribución Solar Mínima HE-4 |
|--------|--------------------|--------------------------------|
| Mixto | 0,0 | 50,0 |


| | | |
|---|--|---------------------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad Peñas de San Pedro | Comunidad Castilla la Mancha |

7. Resultados

| Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ² | Edificio Objeto | | | Edificio Referencia | | |
|--|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------|
| | Clase | kWh/m ² | kWh/año | Clase | kWh/m ² | kWh/año |
|  | 2,2 A | | | 44,2 D | | |
| Demanda calefacción | D | 87,7 | 15398,0 | D | 101,0 | 17733,2 |
| Demanda refrigeración | B | 3,0 | 526,7 | B | 3,0 | 526,7 |
| | Clase | kgCO ₂ /m ² | kgCO ₂ /año | Clase | kgCO ₂ /m ² | kgCO ₂ /año |
| Emisiones CO ₂ calefacción | A | 0,0 | 0,0 | D | 38,4 | 6742,1 |
| Emisiones CO ₂ refrigeración | C | 2,2 | 386,3 | B | 1,7 | 298,5 |
| Emisiones CO ₂ ACS | A | 0,0 | 0,0 | D | 4,1 | 719,9 |
| Emisiones CO ₂ totales | | | 386,3 | | | 7760,5 |

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

| | Edificio Objeto | | Edificio Referencia | |
|--------------------------------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| | por metro cuadrado | anual | por metro cuadrado | anual |
| Consumo energía final (kWh) | 173,8 | 30515,8 | 153,2 | 26895,8 |
| Consumo energía primaria (kWh) | 179,1 | 31450,0 | 177,7 | 31192,8 |

| | | |
|--|--|--------------------|
|  Calificación Energética | Proyecto | |
| | Vivienda Unifamiliar en Peñas de San Pedro | |
| | Localidad | Comunidad |
| | Peñas de San Pedro | Castilla la Mancha |

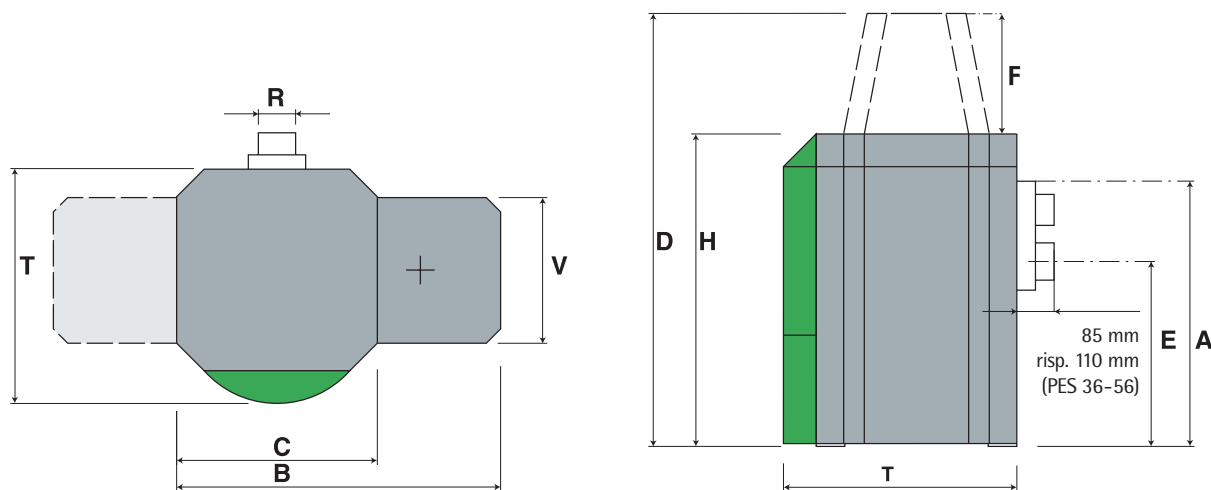
| | | | | |
|------------------------------|-----|-------|------|--------|
| Emisiones CO2 (kgCO2) | 2,2 | 386,3 | 44,2 | 7760,5 |
|------------------------------|-----|-------|------|--------|

ANEXO 3
FICHA TÉCNICA CALDERA



Datos Técnicos PELLEMATIC sin tecnología de condensación

12



| Caldera - modelo | | PE08 | PE(S)12 | PE(S)15 | PE(S)20 | PE(S)25 | PE(S)32 | PES36 | PES48 | PES56 |
|--|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Caldera - potencia nominal | kW | 8 | 12 | 15 | 20 | 25 | 32 | 36 | 48 | 56 |
| Caldera - carga parcial | kW | 2,4 | 3,4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 15 | 17 |
| Ancho - total | B mm | 1013 | 1130 | 1130 | 1130 | 1186 | 1186 | 1297 | 1297 | 1297 |
| Ancho - caldera | C mm | 645 | 700 | 700 | 700 | 756 | 756 | 862 | 862 | 862 |
| Alto - caldera | H mm | 1066 | 1090 | 1090 | 1090 | 1290 | 1290 | 1553 | 1553 | 1553 |
| Alto - sistema neumático | D mm | | 1520 | 1520 | 1520 | 1710 | 1710 | 1855 | 1855 | 1855 |
| Alto - unidad de llenado | F mm | | 430 | 430 | 430 | 420 | 420 | 302 | 302 | 302 |
| Fondo - caldera | T mm | 691 | 814 | 814 | 814 | 870 | 870 | 990 | 990 | 990 |
| Fondo - revestimiento quemador | V mm | 430 | 508 | 508 | 508 | 508 | 508 | 508 | 508 | 508 |
| Masa | mm | 630 | 690 | 690 | 690 | 750 | 750 | 790 | 790 | 790 |
| Dimensiones tomas ida y retorno | plg. | 1" | 1" | 1" | 1" | 5/4" | 5/4" | 2" | 2" | 2" |
| Altura conexiones ida y retorno | A mm | 896 | 905 | 905 | 905 | 1110 | 1110 | 1320 | 1320 | 1320 |
| Diámetro tubo de humos | R mm | 130 | 130 | 130 | 130 | 150 | 150 | 180 | 180 | 180 |
| Altura conexión tubo de humos | E mm | 664 | 645 | 645 | 645 | 844 | 844 | 1040 | 1040 | 1040 |
| Peso | kg | 210 | 242 | 246 | 250 | 316 | 320 | 602 | 606 | 610 |
| Rendimiento carga nominal | % | 92,2 | 92,5 | 92,6 | 92,4 | 91,9 | 91,4 | 92,3 | 92,5 | 93 |
| Rendimiento carga parcial | % | 93,4 | 92,1 | 91,1 | 91 | 91,1 | 91,2 | 91 | 91,1 | 91,1 |
| Contenido agua | l | 39 | 66 | 66 | 66 | 104 | 104 | 135 | 135 | 135 |
| Temperatura cámara de combustión | °C | 900-1100 | 900-1100 | 900-1100 | 900-1100 | 900-1100 | 900-1100 | 900-1100 | 900-1100 | 900-1100 |
| Presión cámara de combustión | mbar | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 |
| Tiro requerido potencial nominal/carga parcial | mbar | 0,08/0,01 | 0,08/0,03 | 0,08/0,03 | 0,08/0,03 | 0,08/0,03 | 0,08/0,03 | 0,08/0,03 | 0,08/0,03 | 0,08/0,03 |
| Temperatura gases de escape potencia nominal* | °C | 120°-140° | 120°-140° | 160° | 160° | 160° | 160° | 160° | 160° | 160° |
| Temperatura gases carga parcial* | °C | 80°-100° | 80°-100° | 100° | 100° | 100° | 100° | 100° | 100° | 100° |
| Caudal másico gases de esc. pot. nom. | kg/h | 15 | 22,5 | 28,2 | 37,6 | 45,1 | 52,6 | 67,7 | 90,2 | 105,2 |
| Caudal másico gases de esc. carga parc. | kg/h | 4,5 | 6,4 | 9,4 | 11,3 | 13,5 | 16,2 | 20,7 | 28,2 | 31,9 |
| Volumen gases de esc, pot, nominal | m³/h | 17,8 | 26 | 34,9 | 46,5 | 55,8 | 74,4 | 83,7 | 111,6 | 130,2 |
| Volumen gases de esc. carga parc. | m³/h | 4,8 | 6,8 | 10 | 12 | 14,4 | 17,2 | 22 | 30 | 34,1 |
| Diámetro tubo salida de humos (en caldera) | mm | 130 | 130 | 130 | 130 | 150 | 150 | 180 | 180 | 180 |

Diámetro de chimenea de conformidad con el cálculo de chimenea
 Ejecución de chimenea feuchtebeständig
 Conexión eléctrica 230 VAC, 50 Hz, 6 A para sistema de tornillo, 14 A para sistema neumático
 Conexión eléctrica para sistema de cascada 400 VAC, 50 Hz, 16 A para sistem aneumático

* Temperatura gases se puede cambiar