



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior  
de Gestión en la Edificación

**PROYECTO FINAL DE GRADO**

**CIENTIFICO-TÉCNICO**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA  
DE UN EDIFICIO EN ZONAS CLIMATOLÓGICAS DISTINTAS**

**AUTORA:**

**VERÓNICA JIMÉNEZ DÍAZ**

**TUTORES ACADÉMICOS:**

**ISABEL TORT AUSINA**

**ANDREA SALANDIN**

Valencia, Julio de 2011



**Para mis padres.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mis padres por poder darme la oportunidad de estudiar Ingeniería de Edificación, soy consciente del esfuerzo que ellos han hecho para que pueda estudiar esta carrera y también fuera de mi ciudad. Es por ello, que mi Proyecto Final de Grado va dedicado a ellos.

También quiero dar las gracias a los tutores del proyecto, Andrea Salandín e Isabel Tort, por su dedicación y esfuerzo depositados en todos nosotros.

Gracias también a mi tía Ana, por su ayuda en todo momento que he necesitado con los datos del edificio, ya que sin su apoyo, este trabajo no hubiera sido posible.

La recopilación de todas las fotografías que figuran en mi proyecto ha sido gracias a la colaboración de algunos amigos y familiares.

Gracias a Noelia, Mari, Jose, María, a mis compañeras de piso ...

¡y a mi hermano!



## RESUMEN

El trabajo realizado, es el estudio de la demanda del edificio según el CTE DB HE “Ahorro de energía” y lograr un primer paso, y es el mejor aislamiento posible de la envolvente para reducir las pérdidas y obtener la mayor calidad de las personas que lo habitan. Para conseguir esto, también se tienen en cuenta los puentes térmicos y las condensaciones.

Se da especial importancia a los puentes térmicos, ya que son las zonas que no se tienen en consideración a la hora de aislarlas y por las que se establecen pérdidas de calor importantes. Para comprobarlos y proponer en cada caso una mejor solución se ha utilizado el programa “THERM”, que aporta todos los datos necesarios para lograr un buen estudio de los mismos.

Las condensaciones también tienen gran significación y se calculan con el programa “ECONDENSA”, realizándose una serie de gráficas comparativas de la presión de vapor y de la presión de saturación y se comprueba lo que ocurre en cada caso.

El consumo total del edificio se realiza teniendo en cuenta todas las instalaciones, así como otros factores aunque de menor importancia pero a las que hay que prestar atención como es la actividad, la iluminación, etc, todo ello realizado con el programa “DESIGNBUILDER” que nos permite la obtención del consumo, para posteriormente proponer propuestas de mejora, para poder así limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo con ello con el cambio climático.

Para completar el estudio, se ha realizado una comparación de nuestro edificio ubicado en su real emplazamiento, en Valdeganga un municipio de Albacete y una hipótesis del mismo edificio situado en Alboraya, Valencia, llegándose a conclusiones importantes obtenidas por el desarrollo de todo un proceso de cálculos y análisis del edificio y a partir de sus condiciones climatológicas. Obteniendo unos valores más altos de confort y disminuyendo el consumo y con ello, la producción de CO<sub>2</sub>.





## **ABSTRACT**

This project is about the study of the energetic demand of a specific building, adapting it, to a better standard of efficiency according to CTE DB HE1 regulations. It has been made in order to achieve the isolation of the enveloped ecological building enclosure of the habitable space with the main purpose of reducing consumption and obtain a better quality of life for the people who live there.

The study makes a particular emphasis on thermal bridges and areas that are not taken into account when isolating and fixing the major heat loss. Condensations are also extremely important in this evaluation. The assessments obtained have been drawn using different programs like "ECONDENSA", "THERM" and "DESIGNBUILDER".

The total estimation of the building ecological research is based not only on the different types of facilities but also taking into account many other factors such as activity, lighting... In order to make the study even more remarkable, it has been made a comparison of our building, which has its real location in a village named Valdeganga (Albacete), to an identical but hypothetical one situated in Alboraya (Valencia). Getting the highest values of comfort and reducing consumption as much as possible as well as the production of CO<sub>2</sub> have been the main points of the analysis.



# ÍNDICE

Agradecimientos.....	III
Resumen .....	V
Abstract .....	VII
Índice .....	IX
Índice de figuras .....	XI
Índice de tablas .....	XV
Índice de gráficas .....	XIX
<b>01 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Motivación por el PFG .....	1
1.2 Objetivos .....	1
1.3 Ideas principales .....	2
1.4 Vivienda bioclimática .....	10
1.4.1 Proyectar la obra de acuerdo con el clima Local ...	11
1.4.2 Formas de aporte de energía .....	14
1.5 Calificación de Eficiencia Energética .....	20
1.6 DesignBuilder: Simulación de energía .....	21
1.7 Estudio de la Normativa de aplicación: CTE DB-HE .....	22
<b>02 Descripción del edificio objeto de estudio</b>	<b>23</b>
2.1 Emplazamiento .....	23
2.2 Aspectos urbanísticos .....	24
2.3 Aspectos descriptivos .....	26
2.4 Cuadro de superficies .....	27
2.5 Aspectos constructivos .....	28
2.6 Documentación gráfica .....	33
<b>03 Limitación de demanda energética</b>	
3.1 Procedimiento de verificación: Opción simplificada.....	35
3.2 Zona climática .....	37
3.3 Clasificación de los espacios .....	39
3.4 Delimitación de la envolvente térmica .....	41
3.5 Cálculo de los parámetros de demanda .....	42
3.5.1 Cubiertas .....	44
3.5.2 Fachadas .....	50
3.5.3 Suelos .....	56
3.5.4 Medianeras .....	62

3.5.5 Particiones interiores .....	62
3.5.6 Huecos .....	64
3.5.7 Lucernarios .....	74
3.5 Cálculo de las condensaciones "ECONDENSA".....	76
3.5.1 Cubierta .....	80
3.5.2 Fachada .....	84
3.7 Cálculo de la permeabilidad al aire .....	88
3.8 Puentes térmicos "THERM" .....	89
3.8.1 Pilar en fachada .....	91
3.8.2 Frente de forjado .....	98
3.8.3 Pilar en esquina .....	102
3.8.4 Caja de persiana .....	105
3.8.5 Contorno de hueco .....	107
<b>04 Cálculo de los consumos: DesignBuielder</b>	
4.1 Datos del emplazamiento .....	111
4.2 Datos del edificio .....	113
4.2.1 Modelado .....	113
4.2.2 Actividad .....	116
4.2.3 Cerramientos .....	118
4.2.4 Aberturas .....	121
4.2.5 Iluminación .....	123
4.2.6 HVAC .....	126
4.3 Simulación .....	130
<b>05 Comparativas de las dos zonas climáticas .....</b>	<b>133</b>
<b>06 Conclusiones</b>	<b>139</b>
6.1 Evaluación energética .....	139
6.2 Evaluación medioambiental .....	144
6.3 Evaluación económica .....	146
6.4 Tablas resumen de transmitancias .....	147
<b>07 Referencias bibliográficas .....</b>	<b>149</b>
<b>08 Anexos .....</b>	<b>151</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Río Júcar, (fotografía de marzo 2011) .....	2
Figura 2. Residuos a las orillas del río Júcar, (fotografía de marzo 2011) .....	3
Figura 3. Vertedero a las afueras del municipio de Valdeganga, (fotografía de marzo 2011) .....	3
Figura 4. Central Nuclear de Cofrentes, Valencia (fotografía de abril 2011) .....	4
Figura 5. El Sol (fotografía de marzo 2011) .....	6
Figura 6. Placas solares, Madrigueras, Albacete (fotografía de marzo 2011) .....	7
Figura 7. Parque "Rincón de Cabello", en Ayora, Valencia (fotografía de abril 2011).....	7
Figura 8. Productos para la biomasa (fotografía de marzo 2011) .....	8
Figura 9. Central hidroeléctrica de "Bolinches", Albacete (fotografía de marzo 2011) .....	9
Figura 10. Cueva de "Los Moros", en Valdeganga, Albacete (fotografía de marzo 2011) .....	10
Figura 11 Cueva con orientación al sur (fotografía de marzo 2011) .....	10
Figura 12. Trayectoria solar .....	11
Figura 13. Ventanales de la vivienda objeto de estudio .....	17
Figura 14. Parte opaca. Muro de fachada .....	18
Figura 15. Transferencia del calor en cerramientos .....	18
Figura 16. Radiación .....	19
Figura 17. Convección .....	19
Figura 18. Conducción .....	19
Figura 19. Etiqueta de Eficiencia Energética.....	20
Figura 20. Edificio en DesignBuilder .....	21
Figura 21. Planta de urbanismo.....	23
Figura 22. Datos catastrales .....	23
Figura 23. Planta de urbanismo .....	24

Figura 24. Normas Subsidiarias. Delimitación del suelo urbano .....	25
Figura 25. Alzado principal .....	26
Figura 26. Alzado posterior .....	26
Figura 27. Planta baja y semisótano .....	27
Figura 28. Planta alta y estudio .....	27
Figura 29. Detalle constructivo cerramientos exteriores.....	29
Figura 30. Detalle constructivo cubierta sobre tabiquillos .....	29
Figura 31. Detalle constructivo cubierta transitable .....	30
Figura 32. Detalle carpintería exterior y vidriería .....	30
Figura 33. Fachada principal .....	33
Figura 34. Fachada posterior .....	33
Figura 35. Alzado principal (Este) .....	34
Figura 36. Detalles Alzado Principal .....	34
Figura 37. Alzado posterior (Oeste).....	34
Figura 38. Cálculo del ángulo con respecto al Norte .....	36
Figura 39. Orientaciones de las fachadas. (Figura 3.1 del DB-H E1)...	36
Figura 40. Zonas climáticas. (Figura D1 del DB HE1) .....	38
Figura 41. Esquema .....	44/47/50/53/56/59/62/63
Figura 42. Detalle constructivo de cubierta plana .....	44
Figura 43. Detalle constructivo de cubierta inclinada .....	47
Figura 44. Espacios habitables en contacto con espacios no habitables .....	48
Figura 45. Detalle constructivo de fachada .....	50
Figura 46. Detalle constructivo del tabique en contacto con espacios no habitables .....	53
Figura 47. Detalle constructivo de la solución adoptada.....	54
Figura 48. Espacios habitables en contacto con espacios no habitables.....	55
Figura 49. Detalle constructivo del suelo en contacto con cámara sanitaria .....	56
Figura 50. Espacios habitables y no habitables .....	57/60
Figura 51. Detalle constructivo del suelo en contacto con planta semisótano .....	59
Figura 52. No aislado Aui–Aislado Aiu .....	60

Figura 53. Detalle constructivo del suelo en contacto con planta semisótano .....	62
Figura 54. Detalle constructivo del suelo en contacto con planta semisótano .....	63
Figura 55. Huecos en planta baja y semisótano .....	64
Figura 56. Huecos en planta alta y estudio .....	64
Figura 57. Factor sombra fachada: Retranqueo .....	65/66/67/68
Figura 58. Factor sombra fachada: Voladizo .....	69/70/71/72/73
Figura 59. Factor sombra lucernario .....	74
Figura 60. Distribución de las presiones .....	81
Figura 61. Distribución de las presiones en la fachada .....	85
Figura 62. Puentes térmicos en la fachada principal .....	91
Figura 63. Puente térmico pilar de fachada .....	92
Figura 64. Isotermas .....	92
Figura 65. Distribución de flujos del calor .....	93
Figura 66. Simulación de las temperaturas .....	93
Figura 67. Flujos de energía .....	93
Figura 68. Temperatura de la superficie interior mínima .....	94
Figura 69. Nueva solución adoptada .....	96
Figura 70. Isotermas .....	96
Figura 71. Distribución de flujos del calor .....	96
Figura 72. Simulación de las temperaturas .....	97
Figura 73. Flujos de energía .....	97
Figura 74. Temperatura de la superficie interior mínima .....	98
Figura 75. Puente térmico de frente de forjado .....	99
Figura 76. Isotermas .....	99
Figura 77. Distribución de flujos del calor .....	100
Figura 78. Simulación de las temperaturas .....	100
Figura 79. Flujos de energía .....	100
Figura 80. Temperatura de la superficie interior mínima .....	101
Figura 81. Puente térmico de frente de forjado .....	103
Figura 82. Isotermas .....	103
Figura 83. Distribución de flujos del calor .....	104
Figura 84. Flujos de energía .....	104

Figura 85. Temperatura de la superficie interior mínima .....	105
Figura 86. Solución adoptada .....	105
Figura 87. Puente térmico caja de persiana .....	106
Figura 88. Puente térmico contorno de hueco .....	108
Figura 89. Flecha de orientación .....	113
Figura 90. Ventanas y puertas en DesignBuilder .....	113
Figura 91. Edificio con bloques en DesignBuilder .....	114
Figura 92. Distribución en planta baja .....	115
Figura 93. Distribución en planta alta .....	115
Figura 94. Distribución en planta estudio .....	115
Figura 95. Visualización del edificio .....	116
Figura 96. Sección del muro exterior M1 .....	119
Figura 97. Tipos de luminarias .....	123



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de la Normativa con el Proyecto .....	25
Tabla 2. Cálculo de las superficies de fachadas y cubiertas .....	37
Tabla 3. Zonas climáticas. (Según el apéndice D del DB-H E1) .....	37
Tabla 4. Transmitancia térmica máxima. (Tabla 2.1 del DB- HE1).....	38
Tabla 5. Valores límite de los parámetros característicos medios. (Tabla 2.2 del DB-HE1).....	39
Tabla 6. Clasificación de los espacios habitables. (DB- HE1).....	40
Tabla 7. Procedimiento de comparación con los valores límite. (Apartado 3.2.2.2 DB-HE1) .....	41
Tabla 8. Resistencias térmicas de cámaras de aire (Tabla E.2 del Apéndice E, del DB HE1).....	42
Tabla 9. Cálculo de la Resistencia térmica de los elementos de la cubierta plana .....	45
Tabla 10. Cálculo de los parámetros de demanda de los elementos de la cubierta plana .....	45
Tabla 11. Cálculo de la Resistencia térmica de los elementos de la cubierta inclinada .....	48
Tabla 12. Cálculo de la Resistencia térmica de los elementos de la fachada .....	51
Tabla 13. Cálculo de los parámetros de demanda de los elementos de fachada .....	51
Tabla 14. Cálculo de la Resistencia térmica del tabique en contacto con espacios no habitables .....	53
Tabla 15. Cálculo de la Resistencia térmica del tabique en contacto con espacios no habitables .....	55
Tabla 16. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables .....	57
Tabla 17. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables .....	58
Tabla 18. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables .....	60
Tabla 19. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables .....	61
Tabla 20. Transmitancia térmica de hueco tipo 1 .....	65

Tabla 21. Factor solar modificado de hueco tipo 1 .....	65
Tabla 22. Transmitancia térmica de hueco tipo 2 .....	66
Tabla 23. Factor solar modificado de hueco tipo 2 .....	66
Tabla 24. Transmitancia térmica de hueco tipo 3 .....	67
Tabla 25. Factor solar modificado de hueco tipo 3 .....	67
Tabla 26. Transmitancia térmica de hueco tipo 4 .....	68
Tabla 27. Factor solar modificado de hueco tipo 4 .....	68
Tabla 28. Transmitancia térmica de hueco tipo 5 .....	69
Tabla 29. Factor solar modificado de hueco tipo 5 .....	69
Tabla 30. Transmitancia térmica de hueco tipo 6 .....	70
Tabla 31. Factor solar modificado de hueco tipo 6 .....	70
Tabla 32. Transmitancia térmica de hueco tipo 7 .....	71
Tabla 33. Factor solar modificado de hueco tipo 7 .....	71
Tabla 34. Transmitancia térmica de hueco tipo 8 .....	72
Tabla 35. Factor solar modificado de hueco tipo 8 .....	72
Tabla 36. Transmitancia térmica de hueco tipo 9 .....	73
Tabla 37. Factor solar modificado de hueco tipo 9 .....	73
Tabla 38. Transmitancia térmica de lucernario .....	74
Tabla 39. Factor solar modificado de lucernario .....	74
Tabla 40. Tabla resumen de huecos y lucernarios .....	75
Tabla 41. Comparativa de los valores de transmitancia máxima .....	75
Tabla 42. Comparativa de los valores límite de los parámetros medios .....	76
Tabla 43. Cálculo de de Tmed y la Hrmed (Tabla G.2 del DB HE1).....	77
Tabla 44. Clasificación de las condensaciones interiores y exteriores del edificio.(DB HE1).....	78
Tabla 45. Cálculo del fRsi,min (Tabla 3.2 del DB HE1) .....	81
Tabla 46. Cálculo de las condensaciones de la cubierta .....	78
Tabla 47. Cálculo de las condensaciones de la cubierta en enero con "eCondensa" .....	83
Tabla 48. Cálculo de las condensaciones de la fachada .....	85
Tabla 49. Cálculo de las condensaciones de la fachada en enero con "eCondensa" .....	87
Tabla 50. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de pilar en fachada .....	95
Tabla 51. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de pilar en fachada .....	98

Tabla 52. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de frente de forjado .....	101
Tabla 53. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de frente de forjado .....	102
Tabla 54. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de la caja de persiana .....	106
Tabla 55. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de la caja de persiana .....	107
Tabla 56. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de contorno de hueco .....	108
Tabla 57. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de contorno de hueco .....	109
Tabla 58. Datos del lugar .....	111
Tabla 59. Datos climatológicos .....	112
Tabla 60. Datos de la actividad .....	107
Tabla 61. Datos de la actividad .....	119
Tabla 62. Capas del muro exterior M1 .....	120
Tabla 63. Propiedades del aislante de EPS .....	120
Tabla 64. Cálculo de las propiedades del muro exterior M1 .....	121
Tabla 65. Datos del acristalamiento .....	122
Tabla 66. Otras características de los huecos .....	122
Tabla 67. Parámetros de los tipos de luminarias .....	123
Tabla 68. Datos de iluminación en el edificio .....	124
Tabla 69. Control de iluminación en el salón .....	124
Tabla 70. Plantilla de iluminación en el dormitorio 2 .....	125
Tabla 71. Datos de la iluminación de escritorio y exhibición .....	125
Tabla 72. Datos de Calefacción del edificio .....	126
Tabla 73. Datos de Refrigeración de la cocina .....	127
Tabla 74. Datos de ACS del edificio .....	128
Tabla 75. Datos de ventilación del edificio .....	129
Tabla 76. Datos de temperaturas del edificio .....	129
Tabla 77. Zonas climáticas. (Según el apéndice D del DB-H E1) .....	133
Tabla 78. Clasificación de las condiciones interiores y exteriores del edificio. (DB-HE1) .....	133
Tabla 79. Transmitancia térmica máxima. (Según tabla 2.1 D del DB-H E1) .....	134
Tabla 80. Transmitancia térmica máxima. (Según tabla 2.1 D del DB-H E1) .....	134

Tabla 80. Transmitancia límite de los parámetros medios (Según tabla 2.2 del DB-H E1) .....	
Tabla 81. Transmitancia límite de los parámetros medios (Según tabla 2.2 del DB-H E1) .....	135
Tabla 82. Presupuesto final .....	135
Tabla 83. Tablas de resumen de trasmitancias .....	147
	148

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución de las presiones de la cubierta en enero.....	83
Gráfica 2. Distribución de las presiones de la cubierta en julio .....	84
Gráfica 3. Distribución de las presiones de la cubierta en octubre.....	84
Gráfica 4. Distribución de las presiones de la fachada en enero.....	87
Gráfica 5. Distribución de las presiones de la fachada en junio .....	88
Gráfica 6. Distribución de las presiones de la fachada en julio .....	88
Gráfica 7. Simulación de temperaturas, ganancias de calor y consumo energético diario .....	130
Gráfica 8. Confort de la vivienda anual .....	131
Gráfica 9. Ganancias internas, mensual .....	131
Gráfica 10. Ganancias internas, anual .....	132
Gráfica 11. Desglose de combustible total mensual .....	132
Gráfica 12. Desglose de combustible total anual .....	136
Gráfica 13. Consumo total mensual, en Valdeganga, Albacete .....	136
Gráfica 14. Consumo total mensual, en Alboraya, Valencia .....	139
Gráfica 15. Comparativa de los valores límite en fachadas .....	139
Gráfica 16. Comparativa de los valores límite en suelos .....	140
Gráfica 17. Comparativa de los valores límite en cubiertas .....	140
Gráfica 18. Comparativa de los valores límite de todos los elementos .....	140
Gráfica 19. Comparativa de los valores límite en fachadas .....	142
Gráfica 20. Comparativa de los valores límite en suelos .....	142
Gráfica 21. Comparativa de los valores límite en cubiertas .....	142
Gráfica 22. Comparativa de los valores límite de todos los elementos .....	142
Gráfica 23. Producción de CO <sub>2</sub> , mensual, en el edificio inicial .....	144
Gráfica 24. Producción de CO <sub>2</sub> , mensual, en la solución de mejora .....	144
Gráfica 25. Comparativa de CO <sub>2</sub> entre solución inicial y de mejora .....	146
Gráfica 26. Producción de CO <sub>2</sub> , por cada m <sup>2</sup> .....	146
Gráfica 27. Comparación de los costes de las tres soluciones .....	146



**Análisis comparativo de la demanda energética de un edificio en zonas climatológicas distintas.**





01

introducción



## 01 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Motivación por el PFG

El verdadero interés en abordar este estudio, empezó cuando realicé las prácticas de empresa, al estudiar la eficiencia energética de una vivienda. Me llamó la atención, el hecho de que el mismo edificio en un lugar concreto, tenía buena eficiencia y su envolvente era considerada con muy buenas condiciones para cumplir con la normativa establecida y en otro lugar distinto el mismo edificio se comportaba de una forma totalmente contraria.

A lo largo de mi trayectoria como estudiante, habíamos calculado en clase de instalaciones la transmitancia de cerramientos y algún puente térmico, pero no podía imaginar que sería un tema tan complejo e interesante una vez aplicado al conjunto de la vivienda, tanto que fuera a despertar este interés en mí.

A raíz de ahí he querido aprender y estudiar más sobre este campo que es la eficiencia energética de la vivienda y todo lo que lleva consigo, por ello he creído interesante adaptar este tema a mi Proyecto Final de Grado.

Mi propósito es realizar un estudio de análisis de una vivienda unifamiliar ya construida, adaptarla a las condiciones del entorno, optimizando sus sistemas pasivos y calcularla para que tenga una mejor Calificación de Eficiencia Energética y verificar finalmente su cumplimiento con el CTE.

### 1.2 Objetivos del PFG

El objetivo fundamental de este estudio es adaptar una vivienda a las condiciones climáticas que le correspondan, optimizando sus sistemas pasivos y adecuando su envolvente, realizándose de forma más eficiente y con menos consumo, con el fin último de reducir así, las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

- Los objetivos específicos son:
  - Conocer la arquitectura bioclimática.
  - Analizar el clima y el planeamiento urbanístico.
  - Mejorar la envolvente térmica del edificio.
  - Materiales y soluciones constructivas a adoptar.
  - Analizar la demanda energética.
  - Proponer alternativas y mejoras.

## 1.3 Ideas principales

### A) La energía se agota

Nuestros antepasados han usado la energía desde siempre, extraían la energía de muchas formas, por ejemplo, usando su inteligencia extrajeron la energía por medio del fuego, desarrollaron la agricultura por medio de los animales tirando de los carros, mediante la fuerza realizaron las enormes pirámides de Egipto...

Pero con los combustibles fósiles descubrimos una fuente de energía que iba mucho más allá, todo el trabajo manual fue reemplazado por la industria y por las máquinas.

Si preguntásemos a nuestros abuelos, nos contarían que ellos, sus padres,...realizaban el trabajo con caballos y con mulas, y también mediante su esfuerzo manual aunque parte del trabajo también era hecho por máquinas alimentadas por combustibles. Ahora, todo el trabajo es realizado por máquinas, el aporte del esfuerzo manual es casi inexistente si lo comparamos con el de nuestros abuelos. Es por ello que tenemos una forma completamente diferente de vivir.

Pero nosotros usamos los combustibles fósiles como algo normal, como si siempre hubieran existido, ya que todos nosotros hemos crecido durante este único e histórico periodo de energía del carbón, del petróleo y del gas natural.

El problema, es que la explotación de estos combustibles en el mundo está aumentando con el aumento de la población y de la economía y las reservas pueden desaparecer si abusamos mucho de ellas. Somos millones las personas que necesitamos de estos combustibles y algún día se llegará al límite impuesto por la naturaleza, aunque mucha gente piense: "Ojos que no ven, corazón que no siente".



Figura 1. Río Júcar

## B) Impacto negativo en el medio ambiente

El cambio climático, es el principal problema que afecta a la humanidad, debido a las constantes emisiones de gases que emiten los países industrializados a la atmósfera, además de los problemas derivados a la naturaleza, como los basureros “incontrolados”, etc., se producen consecuencias como las inundaciones, las sequías, los huracanes y las tormentas que afectan sobre todo a la población más pobre.



Figura 2. Residuos a las orillas del río Júcar



Figura 3. Vertedero a las afueras del municipio de Valdeganga

Según un informe presentado por la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), el calentamiento global, podría provocar que los países más pobres del mundo pierdan hasta un cuarto de su producción en alimentos. Los principales responsables del efecto invernadero son en gran medida los países desarrollados y especialmente Estados Unidos “el gran contaminador mundial”. **[1]**

- Estados Unidos: Es el país que genera más contaminación a nivel mundial. Principal detractor del protocolo de Kyoto, ha incrementado desde 1990 en un 11% sus gases invernadero (se había comprometido por escrito a reducirlos en un 6%).
  - o Porcentaje de emisión mundial de CO<sub>2</sub> : 24 %
  - o Porcentaje en la población mundial: 4.6 %
- Unión Europea: Desea una aplicación rigurosa del Protocolo de Kioto, pero al mismo tiempo, es muy flexible con los plazos que cada país tiene para alcanzar las metas establecidas en Kioto. Mientras tanto sigue contaminando el planeta.

Porcentaje de emisión mundial de CO<sub>2</sub>: 14 %  
Porcentaje en la población mundial: 6.3 %

- China: Es diferente al resto, lo que significa que aún no tiene que reducir sus emisiones. Sin embargo el país ha reducido sus emisiones de dióxido de carbono en un 17% desde el año 96. Durante ese mismo tiempo su economía registró un importante crecimiento.

Porcentaje de emisión mundial de CO<sub>2</sub>: 13 %  
Porcentaje en la población mundial: 21 %

La temperatura media de la superficie terrestre ha subido más de 0,6 °C desde los últimos años del siglo XIX. Se prevé que aumente de nuevo entre 1,4 °C y 5,8 °C para el año 2100, lo que representa un cambio rápido y profundo. Aun cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mayor que en cualquier siglo de los últimos 10.000 años.

La razón principal de la subida de la temperatura es un proceso de industrialización iniciado hace siglo y medio y, en particular, la combustión de cantidades cada vez mayores de petróleo, gasolina y carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola.

Estas actividades han aumentado el volumen de "gases de efecto invernadero" en la atmósfera, sobre todo de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Estos gases se producen naturalmente y son fundamentales para la vida en la Tierra; impiden que parte del calor solar regrese al espacio, y sin ellos el mundo sería un lugar frío y yermo. Pero cuando el volumen de estos gases es considerable y crece sin descanso, provocan unas temperaturas artificialmente elevadas y modifican el clima.

### Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), adoptado en diciembre de 1997, pone de manifiesto la nueva actitud de la comunidad internacional ante el fenómeno del cambio climático. [1]

Su objetivo es conseguir reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos. Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones de 6 gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

En este contexto, los países miembros de la Unión Europea (UE), por su parte, se comprometieron a reducir en un 8 % sus emisiones durante el período citado. Desde 1998 ha habido varias Conferencias de las Partes. La última fue en **Copenhague** pero los políticos que asistieron no lograron firmar el acuerdo justo, ambicioso y vinculante que el clima necesita para evitar que la temperatura media global aumente en más de 2°C.



Figura 4. Central Nuclear de Cofrentes, Valencia

### **C) Consumo excesivo: uso de energías alternativas.**

Los combustibles fósiles están formados por depósitos de organismos fósiles que en alguna ocasión estuvieron vivos, y esta materia orgánica ha sido formada durante millones de años, y en muy poco tiempo estamos consumiendo estos recursos a un ritmo vertiginoso, sin ser conscientes de ello.

Cada vez más, está aumentando el consumo de energía. Es por ello, que se deberían realizar varios cambios en la manera en que usamos la energía, en la cantidad que gastamos y en los combustibles que usamos para producir esta energía.

Según la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios: *“el 40% del consumo total de energía en la Unión Europea corresponde a los edificios. El sector se encuentra en fase de expansión, lo que hará aumentar el consumo de energía. Por ello, la reducción del consumo de energía y el uso de energía procedentes de fuentes renovables en el sector de la edificación constituyen una parte importante de las medidas necesarias para reducir la dependencia energética de la Unión y las emisiones de gases de efecto invernadero”.* [2]

Pero las energías alternativas también dependen de procesos constructivos dependientes a su vez de los combustibles fósiles. Lo que está claro, es que los combustibles fósiles tienen que ser utilizados pero sin abusar de ellos y siempre ayudados por las energías renovables, que son reconocidas como “energías limpias” y por lo tanto son menos perjudiciales para la atmósfera.

Aunque, existen datos de que estos últimos años el uso de la energía fósil ha disminuido en España por la integración de las energías renovables. *“La aportación de las energías renovables al consumo final bruto de energía en España se estima para el año 2020 en un 22,7%, casi tres puntos superior al objetivo obligatorio fijado por la Unión Europea para sus estados miembros, mientras que la aportación de las renovables a la producción de energía eléctrica alcanzará el 42,3%, con lo que España también superará el objetivo fijado por la UE en este ámbito (40%)”.* [3]

## **ENERGÍAS RENOVABLES**

Las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales inagotables a escala humana, bien porque el recurso dispone de una cantidad de energía inmensa, bien porque el recurso tiene la capacidad de regenerarse de manera natural.

La utilización de energías renovables es muy antigua. Los molinos y la navegación a vela son dos ejemplos claros de este uso. En la actualidad, las energías renovables constituyen fuentes de abastecimiento energético autóctonas y respetuosas con el medio ambiente.

La principal fuente de producción de energía es el sol que, además de su propia capacidad para generar energía (energía solar térmica y energía solar fotovoltaica), está en el origen de todas las energías renovables.

Así, el calentamiento de la tierra y del agua provoca las diferencias de presión que dan origen al viento, fuente de la energía eólica. El sol es, a la vez, el agente principal del

ciclo del agua, que convierte la evaporación de los océanos en lluvia y, por lo tanto, en el recurso de la energía hidráulica. El sol, también, es el actor imprescindible del proceso de fotosíntesis y por ello origen principal de la energía que utiliza la biomasa.

El sol es, en definitiva, la fuente de la vida en la tierra y debemos aprovechar su energía y las que, a partir de su influjo, la naturaleza transforma. **[4]**

Los tipos de energía renovables son:

- Energía solar térmica
- Energía solar fotovoltaica
- Energía eólica
- Energía obtenida de los océanos
- Biomasa
- Energía hidráulica
- Geotermia



Figura 5. El Sol

### **Energía solar térmica**

Existen distintos sistemas de aprovechamiento térmico de la energía, estos se pueden dividir en sistemas de aprovechamiento pasivos y activos.

La tecnología solar pasiva son las técnicas dirigidas al aprovechamiento de la energía solar de forma directa, sin la utilización de equipos ni aporte externo de energía.

La tecnología solar activa se refiere a aquellos sistemas utilizados para transformar la energía solar en calor usando dispositivos artificiales tales como bombas y ventiladores.

Este tipo de energía se lleva a cabo mediante instalaciones que se encargan de absorber o concentrar la energía de la radiación solar y la transmiten a un fluido intermedio. Este fluido caloportador es el que transmite el calor a otro circuito donde se encuentra el fluido que queremos calentar.

En función de la temperatura demandada, estos sistemas pueden ser de tres tipos:

- Sistemas de baja temperatura: (demandan temperaturas menores de 80°C). Se aplican en edificios para conseguir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas y calefacción de suelo radiante, en instalaciones agropecuarias y en refrigeración solar.
- Sistemas de media temperatura: (demandan temperaturas entre 80 y 250°C).
- Sistemas de alta temperatura: (requieren temperaturas superiores a los 250°C). son básicamente para producir electricidad.



## Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se obtiene a partir de la conversión directa de la radiación solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico.

El efecto fotovoltaico se produce cuando los fotones de la luz solar inciden sobre una célula fotovoltaica (dispositivo formado por capas de semiconductores dopados), donde pueden ser reflejados, absorbidos, o pueden pasar a su través. Únicamente los absorbidos generan electricidad.



Figura 6. Placas solares, Madrigueras, Albacete

## Energía eólica

La energía eólica es la que se aprovecha de la energía cinética que tiene el viento para producir un trabajo mecánico que se puede utilizar para generar electricidad. Cuando se da el proceso completo, la máquina que lo realiza se denomina aerogenerador. Si se produce trabajo mecánico pero no se genera electricidad entonces la máquina se llama aeromotor.

Existen dos tipos de molinos: los de eje horizontal en los cuales el eje de rotación es paralelo a la dirección del viento y los de eje vertical, en los cuáles el eje de rotación es perpendicular a la superficie terrestre y a la dirección del viento. Los más habituales son los de eje horizontal.



Figura 7. Parque "Rincón de Cabello", en Ayora, Valencia

## Energía obtenida de los océanos

Los océanos actúan como sistemas transmisores y de almacenamiento de energía. Existen distintas fuentes de energía derivadas de la dinámica de los océanos:

- **Energía de las olas (undimotriz):** aprovechamiento de la fuerza de las olas.
- **Energía de las mareas (maremotriz):** aprovechamiento de la energía de las mareas. La amplitud de las mareas tiene que ser superior a 5 metros. Además, la configuración de la costa tiene que ser adecuada para embalsar gran cantidad de agua sin necesidad de realizar una gran obra civil.
- **Energía de las corrientes marinas:** aprovechamiento de la energía de las corrientes marianas.
- **Energía térmica oceánica (maremotérmica):** aprovechamiento del gradiente térmico de los océanos. Se basa en la diferencia térmica que existe entre la superficie y las profundidades del mar. Se precisa una diferencia térmica mínima de 20 °C.
- **Energía de ósmosis:** aprovechamiento energético del gradiente de salinidad en aguas de diferente concentración salina.

## Biomasa

Es el conjunto de materia orgánica, tanto vegetal como animal, así como los materiales que proceden de su transformación natural o artificial, susceptible de aprovechamiento energético.

Se engloba un gran número de de productos con diversos orígenes y con características muy diferentes, como por ejemplo: los residuos de actividades forestales y agrícolas (leñas, restos de podas, clareos, paja de cereales,...), los residuos de las industrias, agroforestal, de la madera o del papel (serrines, cáscaras de frutos secos, huesos de aceitunas, licores negros,...) o residuos de origen animal o humano (purines, estiércol, residuos sólidos urbanos,...). También se consideran biomasa los denominados cultivos energéticos, que son cultivos de plantas de crecimiento rápido destinados únicamente a la obtención de energía o como materia prima para la obtención de otras sustancias combustibles como los biocarburantes.



Figura 8. Productos para la biomasa

## Energía hidráulica

Es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de los ríos. El aprovechamiento de la energía hidráulica tiene lugar en las centrales hidroeléctricas que convierten la energía cinética y/o potencial del agua en energía mecánica, a través de una turbina, y ésta, a su vez, es transformada en energía eléctrica por un alterador acoplado a la turbina. Estas instalaciones pueden ser:

- Centrales de agua fluyente: aquellas que aprovechan la energía cinética de la corriente fluvial.
- Centrales de acumulación: aquellas que tratan de aprovechar, mediante un desnivel, la energía potencial contenida en la masa de agua.
- Centrales mixtas: con embalse y canal de derivación.



Figura 9. Central hidroeléctrica de "Bolinches", Albacete

## Energía geotérmica

La energía geotérmica es la energía calorífica contenida en el interior de la tierra que se transmite por conducción térmica hacia la superficie, la cual es un recurso renovable y de alta disponibilidad. En algunas zonas del planeta, es posible aprovechar este calor para accionar turbinas eléctricas o para calentar.

Hay dos tipos fundamentales de áreas térmicas:

- Sistemas hidrotérmicos: Que contienen agua, a alta presión y temperatura, almacenada bajo la corteza de la tierra en una roca permeable cercana a una fuente de calor.
- Sistemas de roca caliente: formados por capas de roca impermeable que recubren un foco calorífico. Para aprovechar ésta última se perfora hasta alcanzarla, se inyecta agua fría y ésta se utiliza una vez calentada. Los yacimientos que se pueden encontrar son los de muy baja temperatura (a partir de los 15°C), los de baja temperatura (temperaturas entre 20 y 60 °C), los de temperatura media (entre 70 y 150°C) y los yacimientos de alta temperatura, ubicados en las zonas activas de la corteza (su temperatura está comprendida entre 150 y 400°C).

## 1.4 Vivienda bioclimática

Tradicionalmente el hombre ha tenido en cuenta las condiciones climáticas y de entorno a la hora de diseñar los edificios, y ha condicionado su forma, su orientación, etc., para tener el máximo confort.

Desde tiempos remotos se ha ido construyendo con técnicas bioclimáticas, por ejemplo, utilizaban las cuevas como viviendas, mediante las paredes y el techo al estar dentro de la tierra, era el propio terreno el que les proporcionaba aislamiento, contra la lluvia, el viento,...y para así resguardarse del frío en invierno y estar frescos en verano. También diseñaban los edificios según las orientaciones más propicias, como la sur.



Figura 10. Cueva de "Los Moros", en Valdeganga, Albacete



Figura 11. Cueva con orientación al sur

### **Definición: vivienda bioclimática.**

En una vivienda bioclimática el diseño de sus plantas, distribución y soluciones constructivas adoptadas, así como los materiales utilizados de la vivienda tienen en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía.

Una vivienda bioclimática puede conseguir un gran ahorro e incluso llegar a ser sostenible en su totalidad. Aunque el coste de construcción puede ser mayor, puede ser rentable, ya que el incremento de la vivienda se compensa con la disminución de los recibos de energía.

Es conveniente tener en cuenta que un edificio que funcione bien energéticamente, por medios naturales, no constituirá una fuente de contaminación ambiental.

### 1.4.1 Proyectar la obra de acuerdo con el clima local

Ya que la naturaleza nos aporta unos factores imprescindibles como son el sol, el agua y el viento, vamos a intentar buscar el aprovechamiento de estos y adaptarlos al edificio.

Mediante la optimización de orientaciones de fachadas y ventanas a la exposición diaria y estacional del sol y el viento, se puede controlar el soleamiento, la ventilación natural y la iluminación natural.

Al proyectar nuestra vivienda se hará buscando unas características naturales adecuadas, todo ello con el fin de aprovechar así las bondades de nuestro clima. Estas características son:

- El aporte energético solar.
- La iluminación natural.
- La optimización de la ventilación.

#### El aporte energético solar

En primavera y en verano el arco de la trayectoria solar es más grande, el sol se eleva más sobre el horizonte y permanece más tiempo brillando en el cielo. Por el contrario, en invierno los puntos del horizonte por donde sale y se oculta están más próximos entre sí, la trayectoria es más corta y menos elevada y el tiempo que transcurre entre el amanecer y la puesta del sol es mucho menor (duración del día solar).

La superficie terrestre recibe los rayos con una inclinación diferente, según la época del año, y por tanto, la energía efectiva que incide en un metro cuadrado de superficie horizontal varía considerablemente. Es por ello, que la energía total incidente es muy superior en verano que en invierno, y también es mucho mayor en las horas centrales del día que en las horas cercanas al amanecer o la puesta del sol.

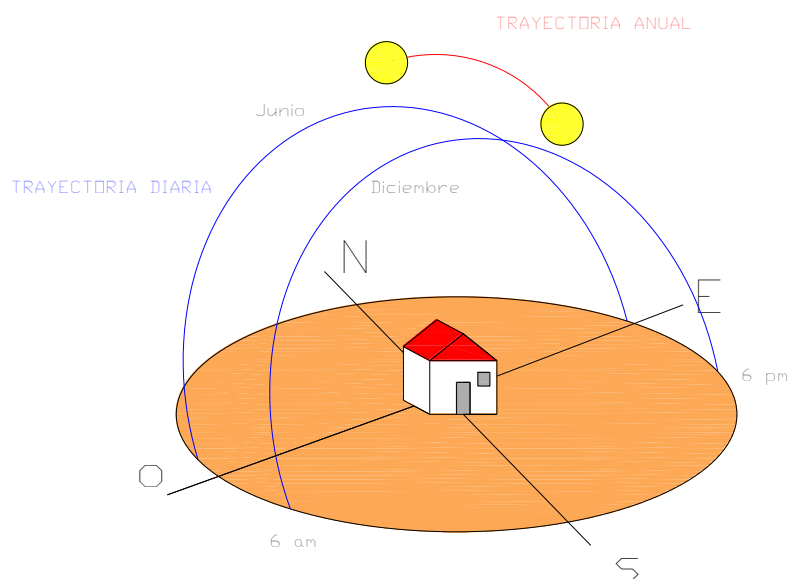


Figura 12. Trayectoria solar

La radiación solar se divide en tres componentes: directa, difusa y reflejada.

- **La radiación directa:** es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias.
- **La radiación difusa:** es la emitida por la esfera celeste gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y en el resto de elementos atmosféricos y terrestres, es la que comúnmente se conoce como “claridad”.
- **La radiación reflejada:** es la procedente de la reflexión del suelo o de cualquier superficie próxima (paredes, piedras,...). A la suma de las tres componentes se le conoce como radiación global.

Según las condiciones atmosféricas predomina una u otra componente. Los días despejados predomina la componente directa sobre la difusa, mientras que en los días nublados predomina la difusa sobre la directa.

### La iluminación natural.

La iluminación natural permite maximizar el confort visual y para reducir el uso de energía eléctrica.

El sol determina las características esenciales de la luz natural disponible, el largo de los días y sus cambios estacionales, así como los cambios de carácter que ocurren durante el día. Por lo que estas características dependen de los movimientos de la tierra.

Los sistemas que facilitan la utilización de iluminación natural son:

- **Iluminación lateral:** La luz llega desde una abertura ubicada en un muro lateral y es por eso que la iluminancia del plano de trabajo cercano a la ventana tiene un nivel alto y aporta en forma importante a la iluminación general. Si nos movemos, alejándonos de la ventana, el valor de la iluminación directa decrece rápidamente y la proporción relativa de la componente indirecta (reflejada y difusa) se incrementa.

Sin embargo, la cantidad y distribución de la luz que ingresa lateralmente a través de una abertura en un muro depende fundamentalmente de la orientación del muro donde la misma está emplazada, debido a que en general, las ventanas orientadas al Norte reciben sol (iluminación directa) desde el amanecer hasta el atardecer, las orientadas al Este solo permiten el ingreso de la radiación desde el amanecer hasta el mediodía. Las ubicadas hacia el oeste desde el mediodía hasta el atardecer y las emplazadas hacia el Sur no reciben aporte de iluminación directa, solo reciben iluminación difusa y reflejada.

- **Iluminación cenital:** se utiliza generalmente en las localidades con predominio de cielos nublados. El plano de trabajo es iluminado directamente desde la parte más luminosa de estos tipos de cielos, el cenit. La proporción de iluminación indirecta generalmente no excede el 25%.
- **Iluminación combinada:** en la iluminación combinada hay aberturas en muros y en techos.

## La ventilación

Los objetivos de la ventilación como mecanismo bioclimático son varios:

- Cubrir la necesidad de renovación del aire interior.
- Ayudar al confort térmico en períodos de calor.
- Contribuir a la climatización.

Dependiendo de la forma en la que se produzca la ventilación podemos distinguir varios tipos: **[5]**

- **Ventilación natural:** La ventilación natural es la generada por los gradientes de presión derivados de fenómenos naturales como son las diferencias de temperatura o la acción del viento entre una y otra zona del alojamiento y entre el exterior y el interior del mismo, y que dependen de las condiciones atmosféricas, el diseño y orientación del edificio, existencia de obstáculos en las proximidades del mismo, etc.  
Son las corrientes de aire producidas por el viento al abrir los huecos existentes en el cerramiento de los edificios. Para que la ventilación natural sea lo más eficaz posible las aperturas de huecos o rejillas deberían localizarse en fachadas opuestas transversales a la dirección del viento dominante.  
De este modo el aire nuevo entrará del exterior por unas habitaciones, al tiempo que saldrá por otras, circulando así por la totalidad de la vivienda. Debemos, eso sí, asegurarnos que hay un mínimo espacio bajo las puertas interiores para que el aire pueda circular.
- **Ventilación forzada:** La ventilación forzada se basa en las diferencias de temperatura de las masas de aire. El aire caliente tiende a ascender y sustituye al aire frío generando corrientes de aire. Estas corrientes pueden ser provocadas mediante la apertura de huecos en la parte superior del edificio de manera que el aire caliente pueda salir al exterior. Esta salida puede ser potenciada mediante calentamiento (chimeneas solares).

Al instalar un circuito de ventilación deberemos colocar las rejillas de admisión, los puntos por donde entrará el aire, en salas y habitaciones (lo que se conoce como habitaciones secas), mientras que situaremos las salidas de aire en baños y cocinas (las habitaciones húmedas). De este modo conseguimos aire fresco en aquellos lugares donde permanecemos más tiempo, y conseguimos también evacuar la humedad, los humos, y los olores, de las zonas que lo requieran sin que se extiendan por toda la casa.

## 1.4.2 Formas de aporte de energía

Las formas de aporte de calor en el edificio se manifiestan de dos maneras:

- **Aporte energético activo:** mediante sistemas mecánicos como calefacción, aire acondicionado y nuevas técnicas para producir energía en las viviendas.
- **Aporte energético pasivo:** supone realizar técnicas constructivas adecuándolas al clima donde se ubica cada edificio, como por ejemplo, establecer una buena orientación del edificio, aprovechar la luz natural, ventilación, etc. es decir, son los propios elementos constructivos del edificio los que absorben la energía.

Los sistemas de aportes energéticos pasivos dependen de:

- Emplazamiento del edificio.
- Orientación del edificio.
- Envoltente del edificio (parte transparente y opaca).

### a) Emplazamiento del edificio

La ubicación sobre el terreno del elemento arquitectónico es un parámetro clave en su comportamiento climático. El análisis pormenorizado de las condiciones climáticas es imprescindible para valorar su influencia en las condiciones de confort.

Estas condiciones climáticas deben ser analizadas tanto desde el punto de vista macroclimático como desde el microclimático.

- **Condiciones macroclimáticas:** Son consecuencia de la zona del planeta donde nos situemos y dependientes de factores como la latitud, longitud y la región climática. Se encuentran definidas por medio de:
  - Temperaturas medias, máximas y mínimas en invierno o verano. Diurnas y nocturnas.
  - Régimen pluviométrico y grado de humedad.
  - Índice de radiación solar, insolación directa o difusa.
  - Dirección y velocidad media del viento dominante. Infiltraciones en invierno, aprovechamiento de corrientes de aire en verano.
- **Condiciones microclimáticas:** Están influidas por los accidentes geográficos del entorno local inmediato y pueden contribuir en gran manera a la modificación de los factores macroclimáticos. Algunos ejemplos pueden ser:
  - Las elevaciones del terreno que pueden actuar como barreras protectoras del sol y del viento.
  - La cercanía de masas de agua que tienden a estabilizar las temperaturas y a aumentar la humedad ambiental.
  - La presencia de bosques o vegetación especial en el entorno próximo.
  - La presencia de edificaciones.
  - Las pendientes del terreno, etc.

La elección de la ubicación de los edificios, en base a parámetros macro y microclimáticos es fundamental y condicionante del proceso de diseño posterior de los



mismos. El estudio de las condiciones ambientales nos permite plantear las estrategias arquitectónicas necesarias para conseguir el objetivo de obtener los mayores beneficios bioclimáticos y la adecuada sensación de confort.

### **b) Orientación del edificio**

Mediante un diseño adecuado de las edificaciones y el ser estudiadas y dimensionadas de acuerdo a su orientación, supone mayores inversiones y normalmente mayores aprovechamientos en cuanto a ahorro de energía.

Los huecos en la fachada sur, suponen mayor ganancia térmica en invierno, mientras que los huecos en fachadas este y oeste, presentan poca ganancia térmica en invierno, y elevada en verano al estar expuestas a gran cantidad de radiación solar. Las fachadas de orientación sureste y suroeste reciben una cantidad de radiación muy similar a lo largo de todo el año. La fachada norte recibe muy poca radiación directa y ésta sólo se produce en verano.

La fachada receptora deberá estar siempre libre de edificios altos, arboles de hoja perenne o cualquier otro obstáculo que impida la radiación directa al edificio.

Por lo que se ha llegado a la conclusión que para la vivienda estudiada, situada en el municipio de Valdeganga, Albacete, y teniendo en cuenta el clima templado, que presenta temperaturas extremas en invierno y en verano, la mejor orientación sería la sur, aunque en proyecto está realizada con orientación este y oeste, por lo que para los cálculos no podemos modificar su orientación debido a la irregularidad de la parcela, pero se adoptarán otras medidas.

Las estancias de la casa, también se podrían ordenar según las orientaciones, agrupándolas por usos y horas de ocupación parecidas. Así, la orientación correcta de la sala de estar-comedor y dormitorios es la sur, sudeste, suroeste: podrán acumular la energía radiante en invierno reduciendo las necesidades de calefacción y en verano con protección solar pasiva será fácil controlar la entrada de radiación solar.

Hay que bloquear o captar la radiación solar incidente y con ello evitar el exceso de calentamiento o enfriamiento del edificio para ello se estudia que ocurre según las condiciones de verano e invierno.

#### Condiciones en verano:

El hecho de que el sol se encuentre durante el solsticio de verano en una posición más elevada que en el invierno contribuye a que sea más fácil protegerse del mismo.

Los sistemas de captación solar pasiva, en verano deberán evitar la penetración de la radiación solar en vez de fomentar su captación.

Deberemos tener en cuenta todos los tipos de radiación solar directa, difusa y reflejada ya que todos ellos tienen incidencia directa en el calentamiento de los ambientes.

Por otro lado en nuestra latitud la inclinación de los rayos solares durante los meses de mayo a agosto es superior a 70°, con lo que dotándola de una pequeña protección evitamos la entrada de sol.

Algunas posibilidades de protección solar pasiva pueden ser:

- **Alero fijo** sobre huecos acristalados cuyas dimensiones deberán ser cuidadosamente estudiadas de manera que se impida en gran parte la penetración solar en verano y permita lo más posible en invierno.
- **Toldos, persianas y contraventanas**, regulados automática o manualmente en función de las condiciones de radiación exterior.
- **Vegetación y arbolado** preferentemente de hoja caduca. Realizar zonas ajardinadas también ayuda a dar sombra a las ventanas situadas al sur, este y oeste, impidiendo la ganancia del calor en verano.

#### Condiciones en invierno:

En invierno, el sol presenta un ángulo menor de radiación, por lo que se permite dejar pasar el sol en las viviendas a través de las ventanas.

Los sistemas de captación solar pasiva, en invierno deberán permitir la captación energética.

Una opción efectiva de optimizar la ganancia del calor en invierno sería:

- **Colocación de buen aislante y sellado:** Reduciendo las pérdidas y ganancias de calor a través de la envolvente térmica.  
Las estrategias que contribuyen a la reducción de la demanda de calefacción y refrigeración al mínimo incluyen las carpinterías de alto rendimiento, la colocación de materiales y según su grosor, la utilización de niveles de aislamiento (los exigidos por el CTE) y reducir así las pérdidas de los puentes térmicos.
- **Aprovechamiento de la energía solar pasiva:** una proporción aproximada de vidrio sería en torno al 7% de la superficie total construida de áreas habitables de la vivienda.

Para aprovechar la energía solar pasiva se han realizado unos principios de aprovechamiento:

- **Captación solar diurna:** en el que la energía solar es recolectada y convertida en calor, para ser distribuida durante las horas nocturnas. El diseño y los componentes del edificio son los principales encargados de realizar estas labores.
- **Almacenamiento de calor:** la radiación solar llega a un material, es transformada en calor y acumulada en su interior. La capacidad de acumulación de un material, depende del calor específico y de su densidad. Otro factor que también influye en el material es el color.
- **Distribución del calor:** en el que el calor almacenado es distribuido hacia habitaciones o zonas que requieran de acondicionamiento térmico. Esta distribución se realiza mediante una combinación de resultados de radiación y convección, bien sea natural o forzada.
- **Conservación del calor:** es necesario para su conservación prestar atención al aislamiento tanto de las paredes como de los ventanales. Es recomendable que el aislamiento de las paredes se instale siempre en la parte más exterior posible. El

aislamiento de las ventanas es necesario el uso de doble vidrio, cortinas, persianas, contraventanas y demás aislamientos móviles.

### c) Envoltente del edificio (parte transparente y opaca)

El adecuado diseño de la envoltente de la edificación con la selección apropiada de las propiedades térmicas de los materiales de construcción (muros y techos), permite propiciar el confort en interiores.

La envoltente del edificio está constituida por:

#### - La parte transparente:

El vidrio es el elemento primordial de este proceso de diseño, gracias a su capacidad de ser transparente a la radiación visible que recibe del sol y opaco a la energía del efecto infrarrojo.

Además de reducir las pérdidas energéticas un buen aislamiento consigue hacer uniformes las temperaturas interiores. Situando el aislamiento en la cara externa de los paramentos se consigue por un lado la eliminación de los puentes térmicos y por otro el dotar al interior del edificio la mayor parte de la inercia térmica de los cerramientos. **[6]**

El vidrio no es un buen aislante y por ello transmite hacia afuera más calor del que sería deseable, por lo que se hace aconsejable la incorporación de ventanales con doble o triple acristalamiento.

Las ventanas con una adecuada protección solar, alargadas en sentido vertical y situadas en la cara interior del muro, dejan entrar menos radiación solar en verano, evitando el sobrecalentamiento de locales soleados.

Según el autor Edward Mazria, una vivienda solar pasiva viene a necesitar del orden de 0,11 a 0,25 m<sup>2</sup> de acristalamiento al sur por cada m<sup>2</sup> de superficie útil.

La entrada de radiación solar a través de un vidrio produce efecto invernadero, es decir, la longitud de onda del espectro visible atraviesa el cristal mientras que al incidir en los materiales del interior, ésta se transforma en rayos infrarrojos para los que el vidrio es un material opaco. La aportación solar a través de las propias carpinterías del edificio tiene un rendimiento muy superior a los sistemas basados en placas solares para calefacción.



Figura 13. Ventanales de la vivienda objeto de estudio

### - La parte opaca:

La parte opaca consiste en lograr que sus elementos en contacto con el exterior y con espacios no calefactados aumenten su resistencia al paso del calor y del frío, lo que se consigue incorporando materiales mejorados y buenos aislantes térmicos.

Los materiales dependen de medidas en función de la absorptividad y emisividad, a su vez ligadas al color. Éstos absorben una parte de la energía recibida que luego, en función de su facilidad de transmitir el calor, trasvasan hasta el interior.

El aislante es el material que contribuye a que la transmisión de calor desde el interior al exterior o viceversa sea más dificultosa. Normalmente está conformado con materiales de poca masa como espumas o plásticos, que deben ser colocados de manera eficiente para que se eviten en lo posible las pérdidas y ganancias energéticas.



Figura 14. Parte opaca. Muro de fachada

### Mecanismos de transferencia del calor.

El calor se transfiere mediante conducción, convección y radiación. En la mayoría de los procesos reales todos se encuentran presentes en mayor o menor grado. [7]

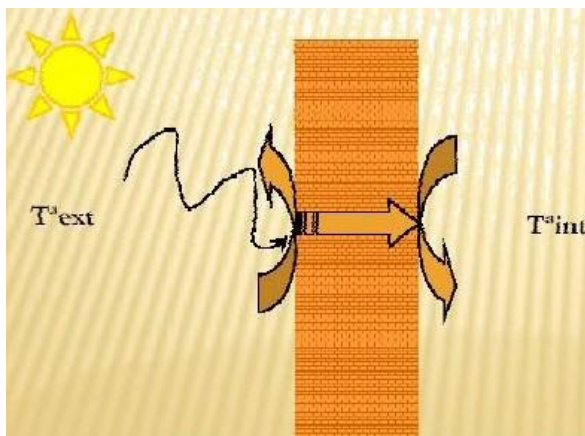


Figura 15. Transferencia del calor en cerramientos

- **Radiación:** Es la transmisión en la que el calor pasa de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura sin que entre ellos exista un vínculo material.

Este calor es emitido en todas las direcciones por un cuerpo en virtud de su temperatura, se transmite en el vacío, en forma de ondas electromagnéticas denominadas comúnmente radiación o energía radiante.

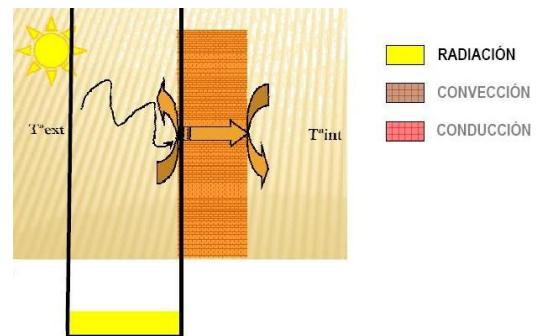


Figura 16. Radiación

- **Convección:** Este mecanismo de transmisión se manifiesta en los líquidos y gases en virtud de los movimientos macroscópicos de la masa del mismo.

La convección es natural cuando el movimiento del fluido es por causa de diferencias de densidad que resultan de las diferencias de temperatura. Esta aprovecha el ciclo día/noche.

La convección será forzada cuando el movimiento es provocado por medios mecánicos.

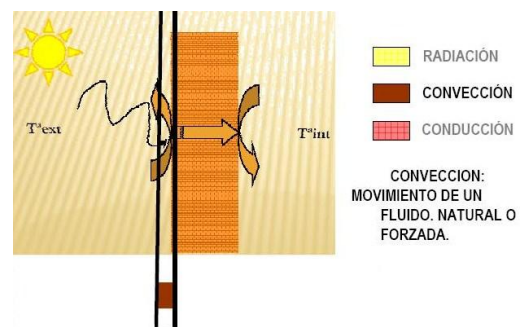


Figura17. Convección

- **Conducción:** Se manifiesta principalmente en los cuerpos sólidos y se caracteriza por la transferencia de calor desde los puntos de mayor temperatura hacia los de menor sin que se produzca ningún movimiento del material como un todo. La transmisión de calor puede producirse de una parte a otra del mismo cuerpo o de un cuerpo a otro en contacto con él que se encuentran a distinta temperatura.

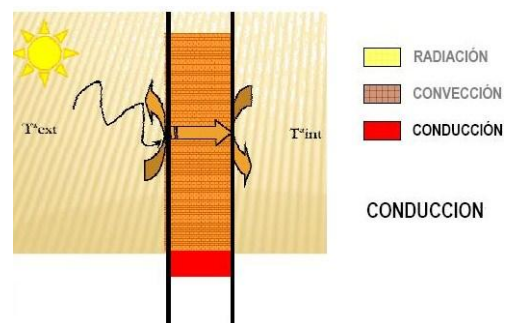


Figura 18. Conducción

## 1.5 Calificación de eficiencia energética

Se va a estudiar la calificación de eficiencia energética del edificio objeto el cual tiene una vida útil de 7 años y se quiere comprobar su calificación. [8]

Según el Real Decreto 47/2007, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, mediante el cual, a partir de ahora, 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, de acuerdo con una escala de siete letras y siete colores que va desde el edificio más eficiente, de clase A, a la clase G, para los menos eficientes.

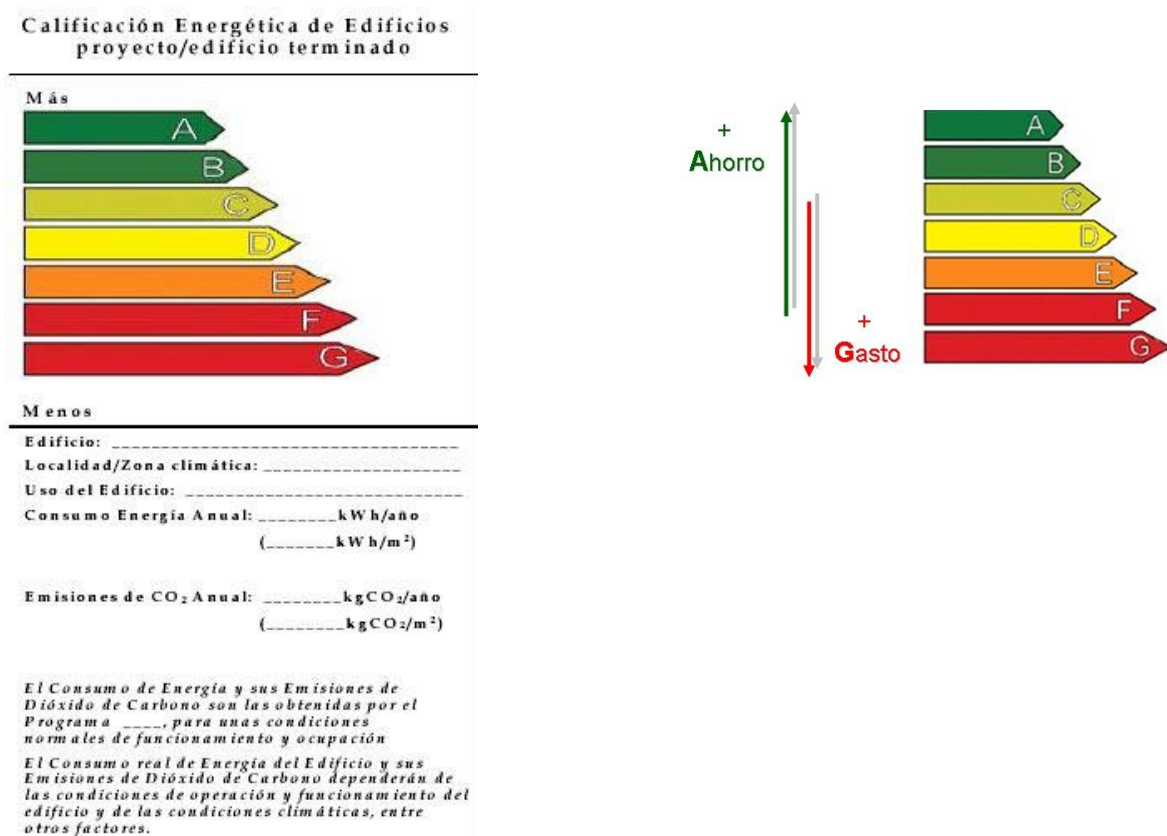


Figura 19. Etiqueta de Eficiencia Energética

Se hará en primer lugar un estudio mediante la “opción simplificada”, que tiene carácter prescriptivo y que desarrolla la metodología de cálculo de manera indirecta. Este método debe cumplir el Documento Básico Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE), en concreto:

- Sección HE1 “Limitación de demanda energética”
- Sección HE2 “Rendimiento de las instalaciones térmicas”
- Sección HE4 “contribución solar mínima de agua caliente”

La utilización de esta opción simplificada sólo permite obtener clases de eficiencia energética D o E, aunque es posible la utilización de la opción general en el mismo edificio. La “opción general” limita la demanda de forma directa y se basa en la evaluación de la demanda energética del edificio a partir de la comparación de éste con el correspondiente a un edificio de referencia que define la opción mediante unos programas informáticos: ello se hará con el programa informático LIDER y CALENER VYP, para poder llegar así a obtener una clase de eficiencia energética mejor de la asignada por la otra opción.

## 1.6 DesignBuilder: Simulación de energía

El programa informático, “DesignBuilder”, está especializado en el análisis térmico, lumínico y energético de edificios. [9]

También ofrece la posibilidad de evaluar los niveles de confort y las emisiones de CO<sub>2</sub>, entre muchas otras funciones. DesignBuilder te permite proyectar edificios con mayores niveles de confort y menores consumos energéticos, contribuyendo de manera significativa a la práctica de la arquitectura sostenible.

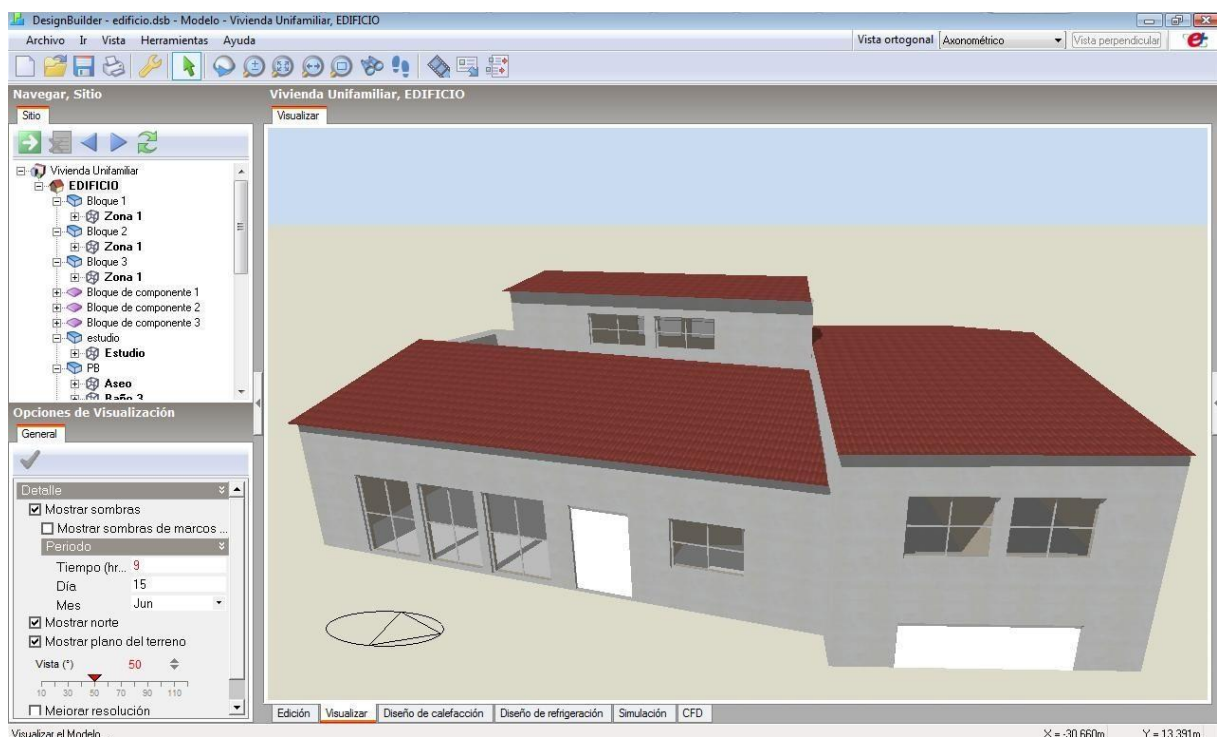


Figura 20. Edificio en DesignBuilder

## **1.7 Estudio de la normativa de aplicación: Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Ahorro de Energía.**

El Código Técnico de la Edificación, (CTE), regula las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. **[10]**

El Código Técnico contiene un Documento Básico de HE “Ahorro de Energía” donde se establecen las exigencias básicas en eficiencia energética y energías renovables que deben cumplir los nuevos edificios y los que se reformen o rehabiliten.

### **Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)**

El Documento Básico DB HE “Ahorro de energía” tiene por objeto establecer unas reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía.

El objetivo del documento 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.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

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 niveles mínimos de calidad del requisito básico de energía.

Este Documento Básico consta de las siguientes secciones:

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

En nuestro caso solamente estudiaremos la primera de ellas, la demanda energética.

### **Exigencia básica HE1: Limitación de demanda energética.**

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.



02

**descripción del edificio**



## 02 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

### 2.1 Emplazamiento

El edificio escogido para el siguiente estudio, es una vivienda unifamiliar, está situada en la calle Nueva nº 46, en el término municipal de Valdeganga (Albacete).

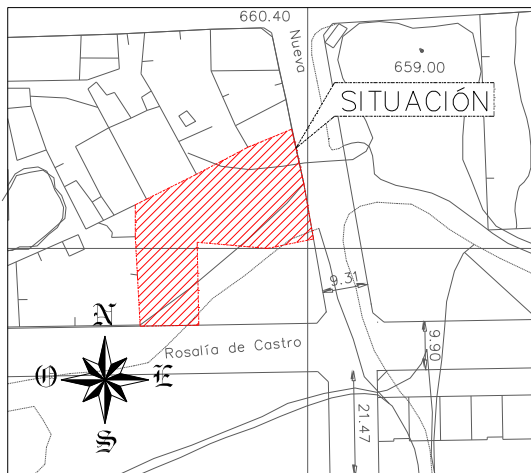


Figura 21. Planta de urbanismo

#### Datos de la parcela:

La parcela donde está situada la vivienda tiene forma de "L" con una superficie de 772,67 m<sup>2</sup>, tiene una fachada de 23,60 m a la calle Nueva y dispone también de 11,81m a la calle Rosalía de Castro.

Presenta una edificación, concretamente un "almacén" en su interior, realizada con anterioridad a dicho proyecto.

#### Orientación:

La orientación este-oeste coincide con el eje longitudinal de la parcela, mientras que la norte-sur coincide con el eje transversal, teniendo la calle Nueva, orientación este y la calle Rosalía de Castro, sur.

Se han consultado los datos catastrales a través de la Sede Electrónica del Catastro:

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
4625018XJ1342N0001TS

**DATOS DEL INMUEBLE**

LOCALIZACIÓN:  
CL NUEVA 46  
02150 VALDEGANGA [ALBACETE]

USO LOCAL PRINCIPAL: Residencial      AÑO CONSTRUCCIÓN: 2000

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: 100,000000      SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>): 325

**DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE**

SITUACIÓN:  
CL NUEVA 46  
VALDEGANGA [ALBACETE]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m<sup>2</sup>): 325      SUPERFICIE SUELO (m<sup>2</sup>): 772      TIPO DE FINCA: Parcela con un unico inmueble

**ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN**

Uso	Escala	Planta	Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
VIVIENDA	00	001	001	103
ALMACEN	00	002	002	64
VIVIENDA	01	001	001	42
ALMACEN	-1	001	001	64
ALMACEN	00	001	001	52

**CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA**  
Municipio de VALDEGANGA Provincia de ALBACETE

E: 1/500

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Lunes, 11 de Abril de 2011

514.930 Coordenadas UTM, en metros.  
 Límite de Manzana  
 Límite de Parcela  
 Límite de Construcciones  
 Mobiliario y aceras  
 Límite zona verde  
 Hidrografía.

Figura 22. Datos catastrales

## 2.2 Aspectos urbanísticos

Las normas que regulan la edificación y el urbanismo en todo el término municipal de Valdeganga son las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal, aprobadas el 26 febrero de 1.998, siendo complementadas por las Normas Subsidiarias y complementarias de planeamiento de la Provincia de Albacete

Es solar, se encuentra en Suelo Urbano, en la zona consolidada ZU-2, tiene uso residencial y presenta una superficie construida de 325 m<sup>2</sup>, y una superficie de suelo de 772,67 m<sup>2</sup>.

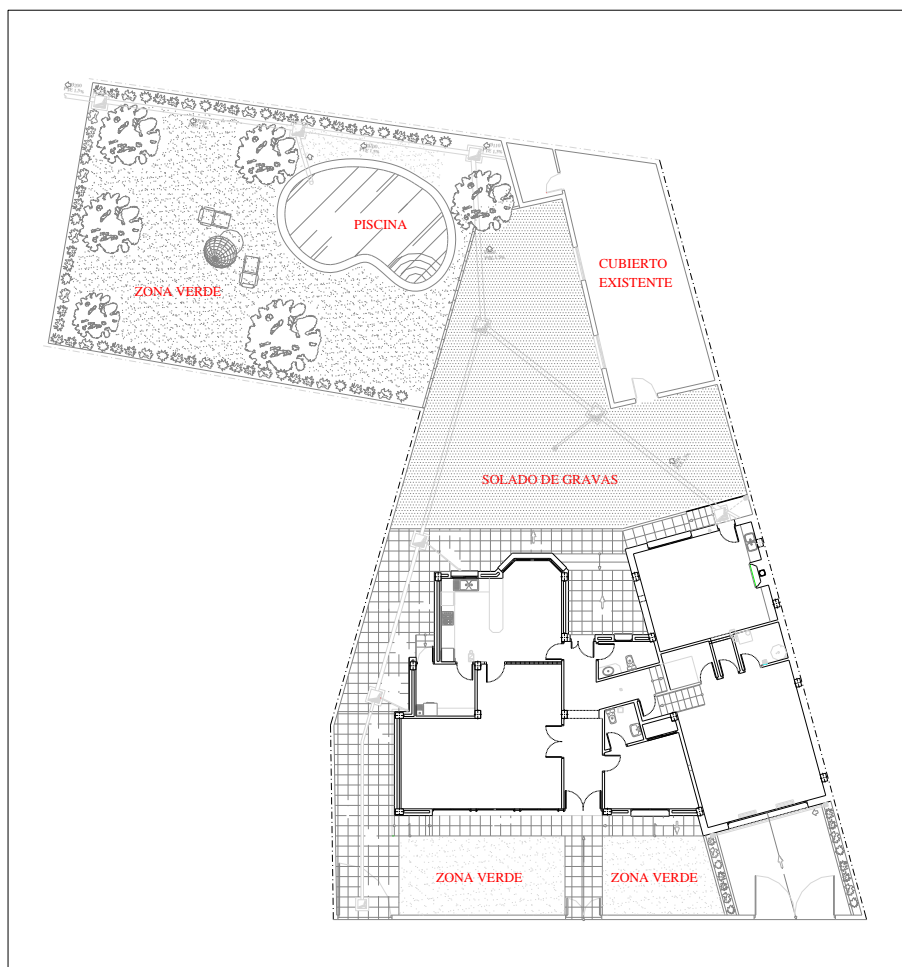


Figura 23. Planta de urbanismo

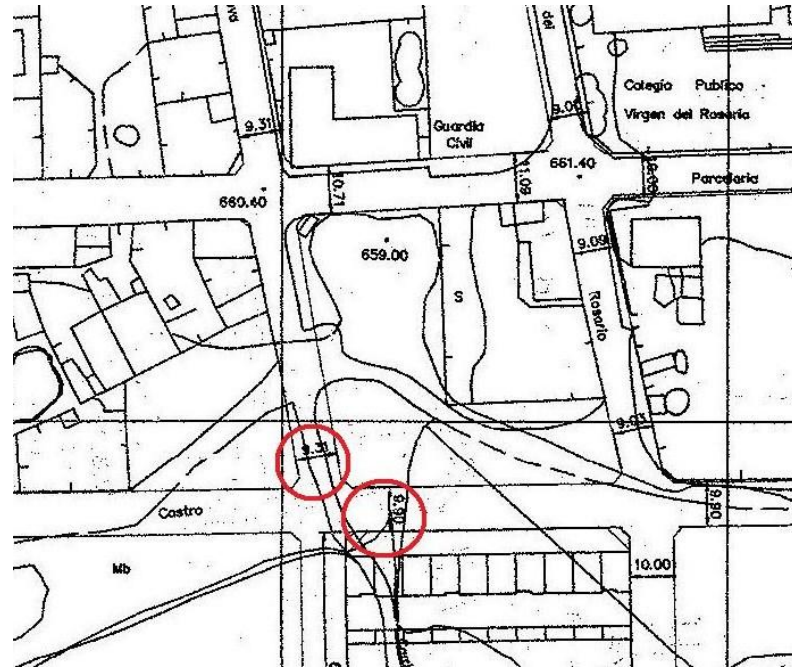


Figura 24. Normas Subsidiarias. Delimitación del suelo urbano

Ancho calle Nueva: 9,31 m (según NN.SS.)

Ancho calle Rosalía de Castro: 9,90 m (según NN.SS.)

Dado que el edificio se desarrolla hacia la calle Nueva, se tendrá en cuenta ésta para todos los efectos.

Se desarrolla una comparativa de las condiciones de la edificación con las Normas:

	NORMATIVA	PROYECTO
<b>ALTURAS</b>		
Alturas	3 plantas	2 plantas
Altura de cornisa	10,00 m	6,05 m
Altura libre de pisos	2,50 m	2,70 m
<b>CONDICIONES DE EDIFICACIONES</b>		
Vuelos	0,80 m	---
Porcentaje de miradores	50 %	---
Fondo edificable	18,00 m	17,96 m
Retranqueos	---	4,60 m / 3,70 m
Dimensiones a patios	9,00 m <sup>2</sup>	9,03 m <sup>2</sup>
<b>OCUPACIÓN</b>		
Ocupación	100 %	32,86 %
<b>EDIFICABILIDAD</b>		
Edificabilidad	---	0,47 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

Tabla 1. Comparativa de la Normativa con el Proyecto

El número de plantas, la altura de cornisa y el vuelo, se desarrollan según el ancho de cada calle.

La parcela mínima que se puede construir es de 80 m<sup>2</sup>.

## 2.3 Aspectos descriptivos

La vivienda unifamiliar se desarrolla en varias plantas:

**Planta Semisótano:** Su uso será de garaje, tiene capacidad para 2 vehículos, tiene acceso directo desde la vía pública a través de una rampa, y desde éste se accede al interior de la vivienda por una escalera, dispone de una despensa, un trastero y una bodega que permite la salida al patio posterior de la vivienda por medio de una escalera.

**Planta Baja:** Su uso es de vivienda, presenta un retranqueo en la fachada de 4,60 m, consta de recibidor, de un pasillo, un salón, un dormitorio con baño interior, un baño y una cocina-comedor con lavadero desde el que se accede al patio posterior que rodea la vivienda. Al final del pasillo se da paso al porche cubierto.

**Planta Alta:** Con uso de vivienda, formada por un distribuidor que da paso a tres dormitorios, a un baño y a la planta ático. El dormitorio principal dispone de baño y vestidor interiores.

**Planta Estudio:** Con uso de vivienda, donde se ubica el estudio con salida a una terraza transitable.

La parcela también dispone de un porche cubierto y un patio posterior que rodea la casa por dos de sus lados.

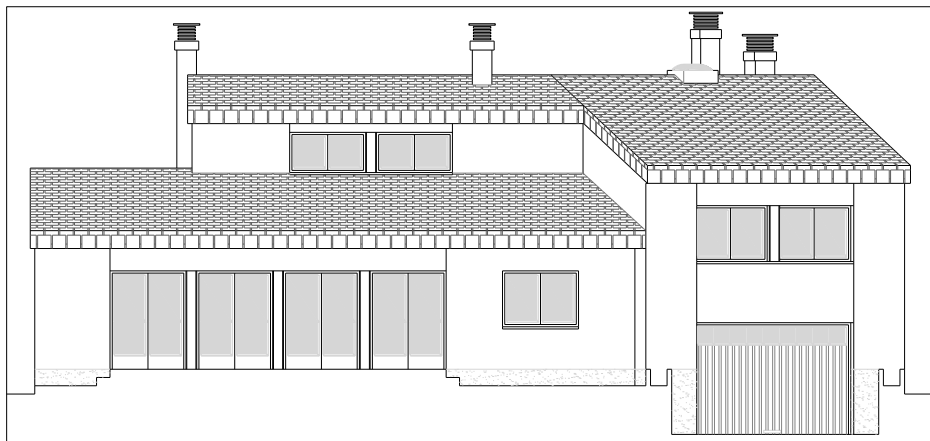


Figura 25. Alzado principal

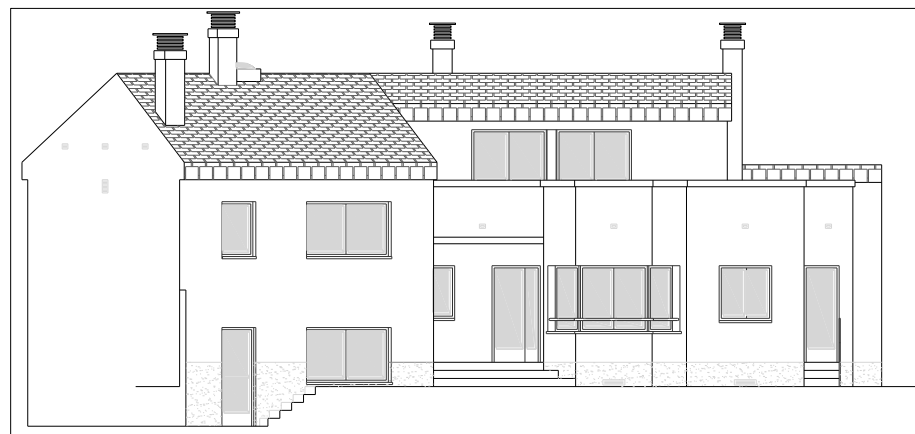


Figura 26. Alzado posterior

## 2.4 Cuadro de superficies

### a) Total superficie del solar: 772,67 m<sup>2</sup>

#### SUPERFICIES CONSTRUIDAS:

Planta Semisótano: 78,86 m<sup>2</sup>

Planta Baja (incluye Porche): 125,03 m<sup>2</sup>

Planta Alta: 78,86 m<sup>2</sup>

Planta Estudio: 30,88 m<sup>2</sup>

### b) Total superficie construida: 313,63 m<sup>2</sup>

#### SUPERFICIES ÚTILES:

##### **Planta Semisótano:**

Garaje.....34,91 m<sup>2</sup>

Bodega.....25,49 m<sup>2</sup>

Despensa.....3,63 m<sup>2</sup>

Trastero.. .....3,47 m<sup>2</sup>

**Total.....67,50 m<sup>2</sup>**

##### **Planta Baja:**

Salón.....37,29 m<sup>2</sup>

Recibidor.....7,29 m<sup>2</sup>

Cocina-Comedor.....21,43 m<sup>2</sup>

Lavadero.....6,01 m<sup>2</sup>

Pasillo.....8,07 m<sup>2</sup>

Dormitorio 4.....12,07 m<sup>2</sup>

Baño 3.....3,41 m<sup>2</sup>

Aseo.....2,67 m<sup>2</sup>

Porche cubierto.....9,03 m<sup>2</sup>

**Total.....107,27 m<sup>2</sup>**

##### **Planta Alta:**

Distribuidor.....9,38 m<sup>2</sup>

Dormitorio.....115,56 m<sup>2</sup>

Vestidor.....4,55 m<sup>2</sup>

Baño.....14,57 m<sup>2</sup>

Baño.....25,09 m<sup>2</sup>

Dormitorio.....213,20 m<sup>2</sup>

Dormitorio.....313,23 m<sup>2</sup>

**Total.....65, 58 m<sup>2</sup>**

##### **Planta Estudio:**

Estudio.....26,54 m<sup>2</sup>

**Total.....26,54 m<sup>2</sup>**

### c) Total superficie útil del edificio: 266,89 m<sup>2</sup>

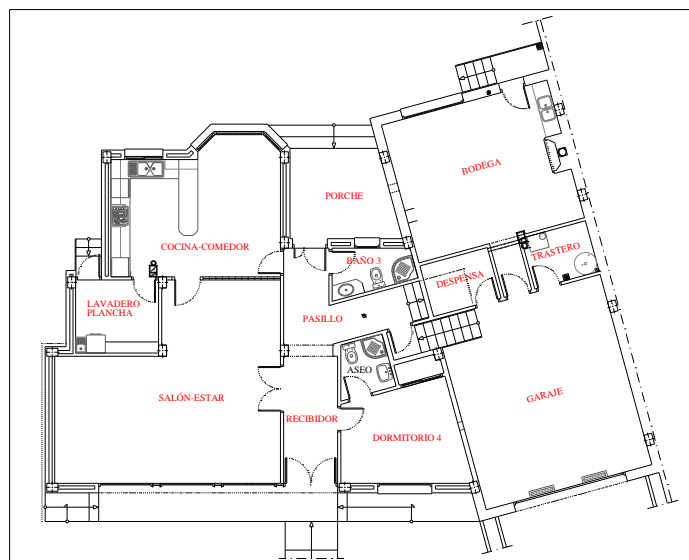


Figura 27. Planta baja y semisótano

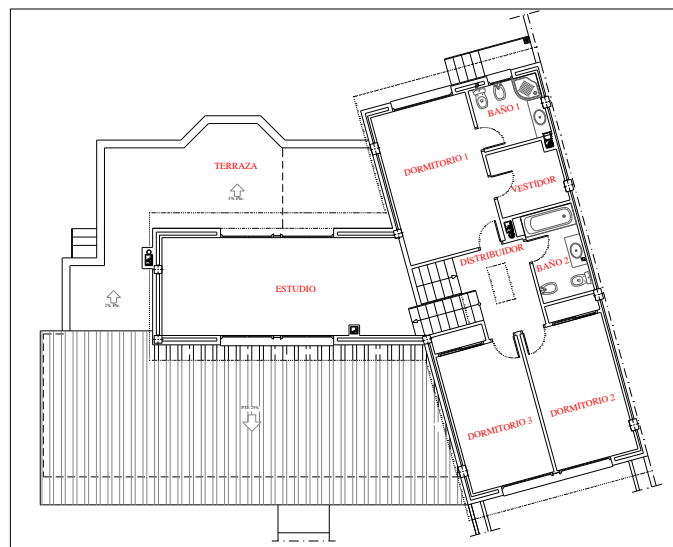


Figura 28. Planta alta y estudio

## 2.5 Aspectos constructivos

### ACTUACIONES PREVIAS

Se realiza un estudio geotécnico de la parcela.

**Movimiento de tierras:** Se retira la tierra vegetal y se realiza el nivelado de las superficies por medios mecánicos, posteriormente se ejecutan los vaciados de sótano, zapatas y riostras. Las tierras, se retiran a vertedero autorizado.

**Saneamiento horizontal:** En general, el sistema de evacuación de aguas residuales y/o pluviales, se realizará mediante colectores colgados y/o enterrados de P.V.C. reforzado, en tramos rectos y de pendiente uniforme, no siendo ésta inferior al 1,50%.

Se disponen las arquetas y/o registros de P.V.C. necesarios para el control y mantenimiento de la red de desagües, en los puntos donde se producen cambios de pendiente y/o dirección, y en general, en todos los puntos donde sean previsibles atascos.

### SISTEMA ESTRUCTURAL

**Cimentación y Estructura:** Según el estudio geotécnico, se trata de un terreno de coherencia media, y se ha considerado una tensión admisible de 1,50 Kp/cm<sup>2</sup>, a una profundidad de 1,00 m.

La cimentación de pilares centrales se resuelve por medio de zapatas aisladas rígidas, y corridas en el caso del muro, según las especificaciones de la EHE. Las zapatas van unidas por vigas de atado y/o centradoras. En las zonas de contacto directo con el terreno, (suelo del garaje y bodega) se ejecuta una solera armada sobre encachado de bolos.

La estructura, se realiza con pilares y vigas de hormigón armado, con forjado unidireccional del mismo material y bovedilla de hormigón. El forjado a utilizar se realiza "in situ", salvo el sanitario, que se ejecuta con viguetas autorresistentes apoyadas sobre muretes de bloque armado macizado, coronados por lámina impermeabilizante.

### SISTEMA ENVOLVENTE

**Cerramientos exteriores:** Revestimiento de pilares y frentes de forjados en fachadas, por medio de ladrillo hueco sencillo, para evitar fisuras en los puntos de unión de materiales distintos.

Fábrica de ladrillo hueco doble de ½ pie, enfoscado exteriormente con mortero monocapa, cámara de aire, aislante térmico de 6 cm de poliestireno expandido clase IV, y tabique de ladrillo hueco doble de 7 cm recibido con mortero cemento CEM II-P-35 y arena de río.



Enfoscado maestreado y fratasado con mortero de cemento CEM II P-35 (1/6) y arena de río. Zócalos y petos de verja chapados de piedra natural caliza “de Cabra”.

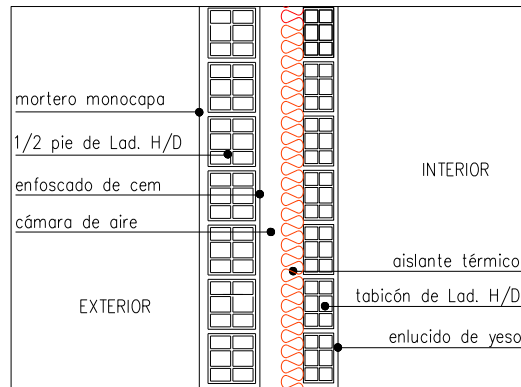


Figura 29. Detalle constructivo cerramientos exteriores

**Cubiertas:** Cubierta sobre tabiquillos palomeros H/D recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) separados 1 m, aislamiento térmico realizado con fieltro ligero de lana de vidrio pegado sobre un papel alquitranado que sirve de barrera de vapor de 80 mm, tablero machiembrado de 100x30x4,50 cm, capa de compresión de yeso negro maestreado de 40 mm de espesor y pizarra de 27x18 cm, especial, clavada triple solape, remates del mismo material, piezas de ventilación de cubierta, goterones, medios auxiliares y elementos de seguridad.

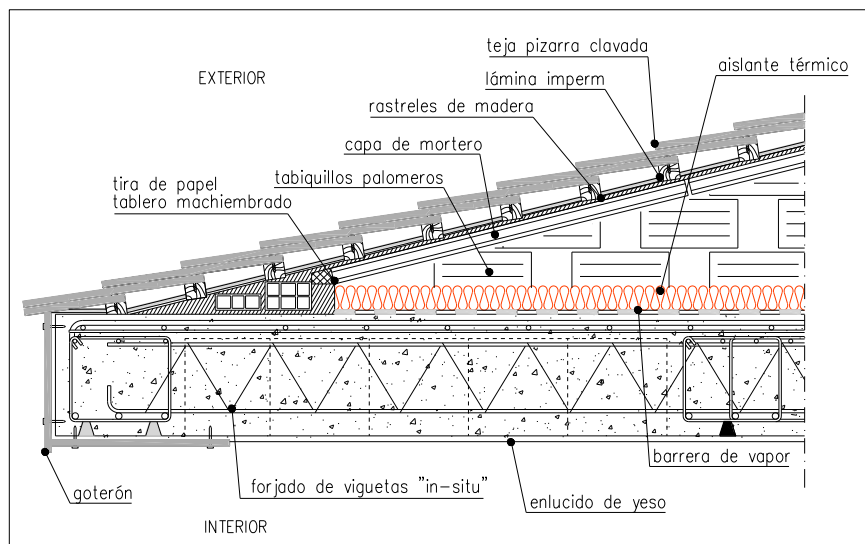


Figura 30. Detalle constructivo cubierta sobre tabiquillos

Cubierta transitable constituida por lámina fática de superficie no protegida con armadura de aluminio gofrado de 50/1000 mm, de 3 kg/ m<sup>2</sup> de peso medio, terminada en polietileno por ambas caras, como barrera de vapor Asfaldan RT3 plástico, hormigón aislante de arcilla expandida Arlita de espesor medio 10 cm, tendido de mortero de cemento 1/6 M-40 de 2 cm de espesor, aislamiento térmico de de 40 mm de espesor de poliestireno

extruído Danopren 40, lámina asfáltica de betún elastómero de armadura de poliéster, lámina geotextil de 115 g/ m<sup>2</sup>. Pavimento cerámico.

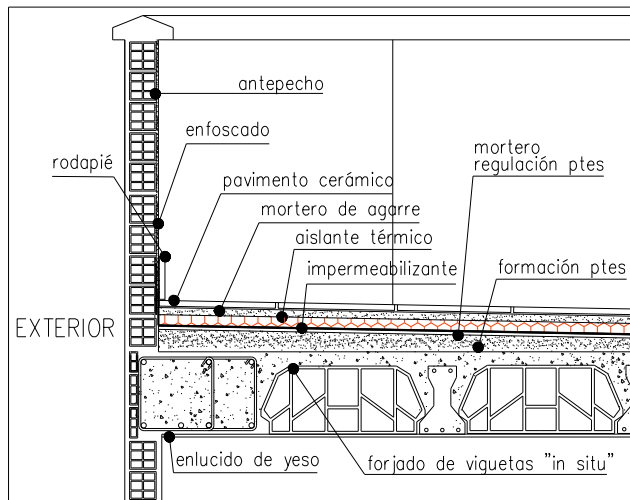


Figura 31. Detalle constructivo cubierta transitable

**Carpintería exterior y Vidriería:** La carpintería exterior será de aluminio lacado. Las persianas serán enrollables de aluminio, accionamiento a cinta o manivela, lamas de 8 cm con espuma aislante inyectada.

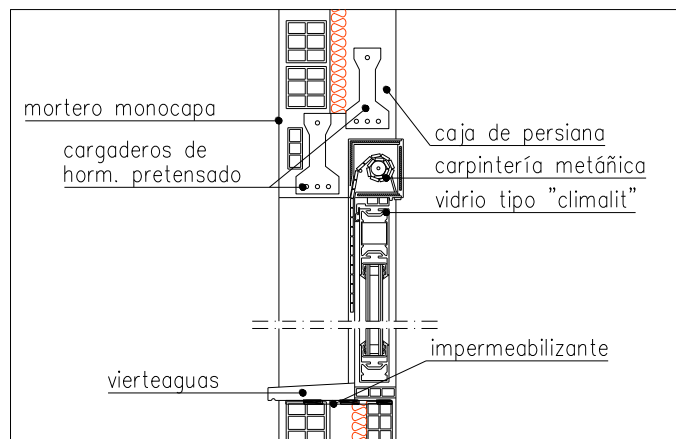


Figura 32. Detalle carpintería exterior y vidriería

## SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

**Cerramientos interiores:** Fábrica de ladrillo hueco doble a soga, recibida con mortero cemento CEM II-P-35 y arena de río. Tabicón de ladrillo hueco doble recibido con mortero cemento CEM II-P-35 y arena de río. Tabique L/H/S recibido con mortero cemento y

arena de río en revestimiento de shunts y pilares. Guarnecido, maestreado y enlucido de yeso en paramentos verticales y horizontales.

**Carpintería interior:** Estarán preparada para barnizar en su color, con hojas homologadas de dimensiones normalizadas.

Partidas: Puerta vidriera de madera de roble, puerta ciega de madera de roble, frente de armario abatible o corredero, con maletero, en madera de roble.

**Varios:** Formación de escalera con losa de hormigón armado. Formación de peldaños de escalera con L/H/D y mortero de cemento P-350 (1/6).

Los cargaderos se podrán realizar con viguetas autorresistentes, viguetas cerámicas conformadas en obra o perfiles metálicos.

## SISTEMA DE ACABADOS

### Revestimientos y Falsos techos:

Enfoscados: Se ejecutarán maestreados. Sobre paramentos verticales interiores de locales húmedos, se realizarán con mortero de cemento CEM II P-35, (1/6). Sobre los paramentos horizontales y/o verticales exteriores, se realizarán con mortero de cemento CEM II P-35, (1/4). En las fachadas, se utilizará mortero monocapa, tipo "COTEGRAN", raspado o similar.

Guarnecidos y Enlucidos: Se realizarán sobre paramentos verticales y horizontales interiores, con excepción de los paramentos verticales de los locales húmedos. Los guarnecidos, se harán con yeso negro y serán de un espesor aproximado de 12 mm y los enlucidos, se realizarán con yeso blanco y tendrán un espesor aproximado de 3 mm. Con todo, se permite la utilización de yesos especiales en una capa.

Falsos techos: Los falsos techos serán de escayola, en general lisos. Se dispondrán en los locales húmedos y en todos aquellos que se especifiquen en las Mediciones o así lo decida la Dirección Técnica.

### Pavimentos y Chapados:

Pavimentos: Serán de terrazo o plaqueta de gres. Se colocarán sobre lecho de arena de río, cogido con mortero de cemento CEM II-P-35 (1/6).

El pavimento de los locales húmedos como la cocina, los baños, aseos y lavadero serán de gres cogido con mortero de cemento CEM II-P-35 (1/6).

Serán de gres anti-hielo los pavimentos de terrazas. Se cogerá con mortero de cemento CEM II-P-35 (1/6). Se rematará con rodapié, con piezas canteadas a una arista, del mismo material.

Alicatados: Se ejecutarán sobre los paramentos verticales de locales húmedos previamente escarchados, de suelo a techo. Se utilizarán azulejos o plaquetas de gres o semigrés cogidos con mortero de cemento CEM II-P-35 (1/6).

Chapados: Se ejecutarán zócalos de piedra natural tipo “de Cabra” en fachadas y verja, según mediciones.

Pintura y decoración: La pintura será lisa blanca o de color plastificada en paramentos interiores. Barnizado sobre carpintería de madera. Pintura al clorocaucho en impermeabilizaciones.

## **SISTEMA DE SERVICIOS**

### **Instalaciones:**

Abastecimiento de agua: la calle dispone de servicio de suministro de agua potable.

Evacuación de agua: la calle dispone de red de saneamiento.

Suministro eléctrico: la calle dispone de servicio de energía eléctrica.

Telefonía y telecomunicaciones: la calle dispone de servicios.

Recogida de basura: El ayuntamiento de Valdeganga dispone de servicio de recogida de basuras diarios en contenedores de residuos.

## 2.6 Documentación gráfica

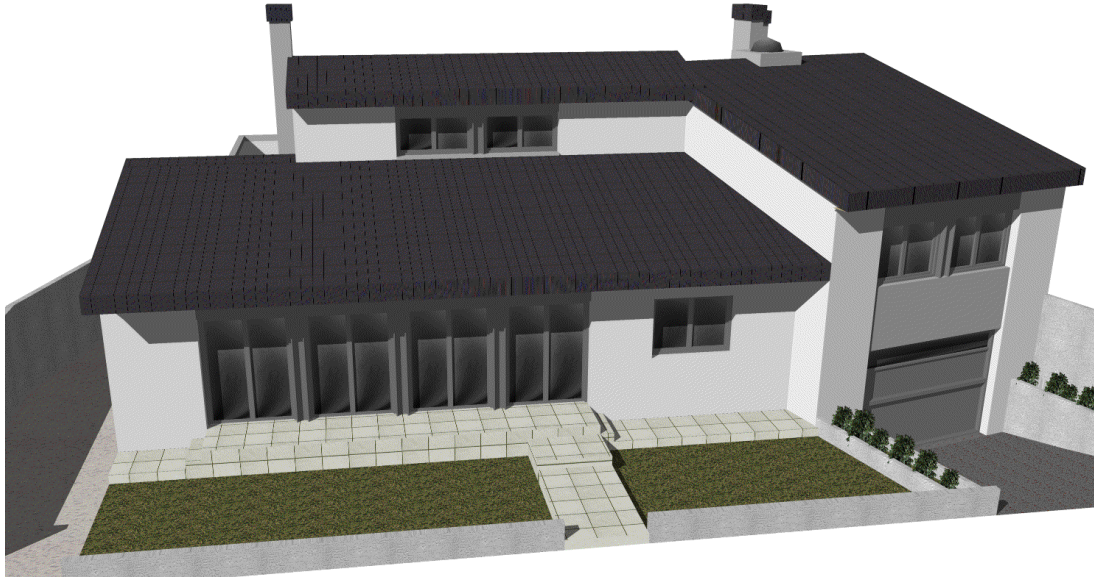


Figura 33. Fachada principal



Figura 34. Fachada posterior



Figura 35. Alzado principal (Este)



Figura 36. Detalles Alzado Principal



Figura 37. Alzado posterior (Oeste)

03

**limitación de demanda energética**





## 03 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda del edificio, es decir, la cantidad de energía que éste necesita, viene condicionada por el diseño del mismo. Por ello, se estudiará de forma detallada, su forma, su zona geográfica y la composición de la envolvente que lo forma.

Para conocer la demanda, se realizan unos cálculos llevados a cabo mediante el método de la “opción simplificada” del CTE y explicados a continuación.

Como el edificio está adaptado a la Normativa NBE-CT/79, (actualmente derogada), conocidas una serie de características definidas en proyecto como son los espesores, y la conductividad de los distintos materiales, los tipos de aislamiento, etc, se realizará el estudio para comprobar si cumple con la Normativa actual establecida, es decir, con el Código Técnico de la Edificación. En todo caso se darán soluciones mejoradas a adoptar si no cumple.

Se estudiarán las condensaciones superficiales e intersticiales que puedan perjudicar las características y los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar así problemas higrotérmicos en el edificio.

### 3.1 Procedimiento de verificación: Opción simplificada

El procedimiento a emplear en este caso es la opción simplificada, la cual está basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica.

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

Esta opción es de aplicación en el edificio ya que se cumplen los siguientes requisitos:

- a) El porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie.
- b) El porcentaje de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

El objeto de la opción simplificada es:

- Limitar la demanda energética de los edificios, mediante los valores límite de los parámetros de transmitancia térmica U y del factor solar modificado F.
- Limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos.
- Limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios.
- Limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas.

Cerramientos y particiones interiores objeto de la opción:

- Son objeto de esta opción simplificada los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente del edificio.
- Se incluirán en la limitación anterior solo aquellos puentes térmicos cuya superficie sea superior a 0,5 m<sup>2</sup> y que estén integrados en las fachadas, tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persianas.
- No se incluirán, las puertas cuyo porcentaje de superficie semitransparente sea inferior al 50%.

Las fachadas que definen la envolvente del edificio, se agrupan en 6 orientaciones calculadas según el ángulo  $\alpha$  que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

A continuación se calcula la orientación con respecto al Norte.

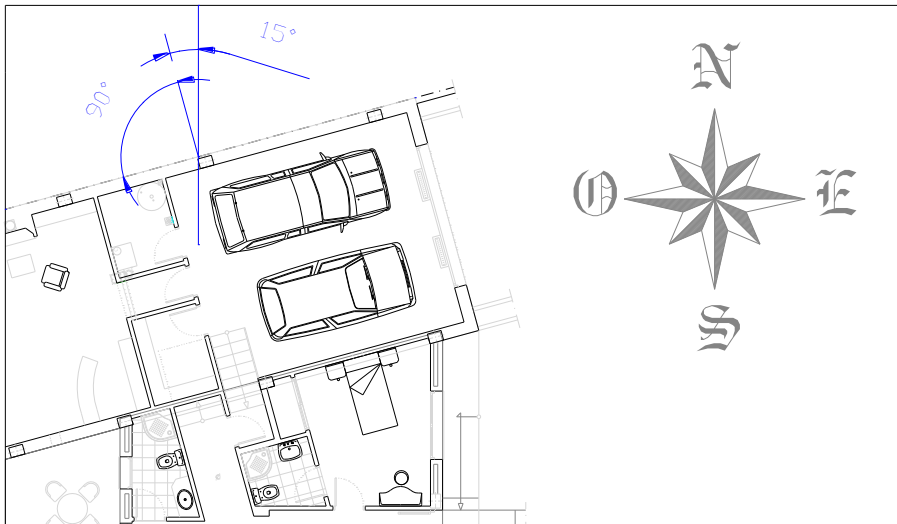


Figura 38. Cálculo del ángulo con respecto al Norte

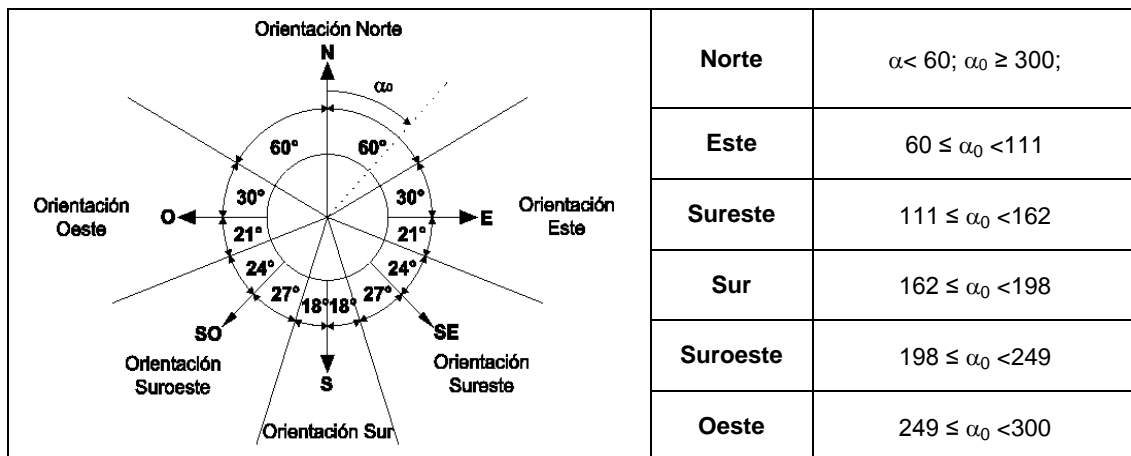


Figura 39. Orientaciones de las fachadas. (Figura 3.1 del DB-H E1)

La aplicabilidad de la opción simplificada:

	S. Muros	S. Huecos	S. Total	% huecos		
N	77,88	0,00	77,88	0,0%	≤	60%
E	53,82	33,50	87,32	38,4%	≤	
O	53,04	26,81	79,85	33,6%	≤	
S	66,67	0,00	66,67	0,0%	≤	
SE				0,0%	≤	
SO				0,0%	≤	
TOTAL	251,41	60,31	311,72	19,3%	≤	

#### Cubiertas

	S. cubierta	S. Huecos	S. Total	% huecos		
C	244,33	2,26	246,59	1,0 %	≤	5%

Tabla 2. Cálculo de las superficies de fachadas y cubiertas

### 3.2 Zona climática

Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra correspondiente a la división de invierno y un número que corresponde a la división de verano.

En general, la zona climática se determina a partir de los valores tabulados, es decir, según la tabla D.1 del Apéndice D del DB-HE. Por lo que en nuestro caso, en función de la diferencia de altura que existe entre la localidad de Valdeganga y la altura de referencia de la capital de provincia, Albacete, se determina la zona climática. Como la diferencia de altura es menor de 200 m, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la correspondiente a la capital de provincia.

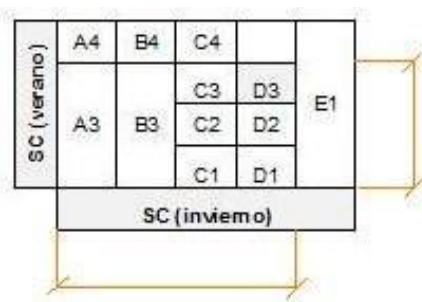
ZONA CLIMÁTICA (APDO 3,1,1 HE 1)		(Según Apéndice D del DB HE-1, a partir de valores tabulados)	
Altura de la Localidad:	659 metros	Altura Capital	677m
<b>ZONA CLIMÁTICA</b>	<b>D3</b> (Según Tabla D.1)	Diferencia	-18 m

Tabla 3. Zonas climáticas. (Según el apéndice D del DB-H E1)

Aunque en localidades que no sean capitales de provincia y que dispongan de registros climáticos contrastados, se puede determinar su zona climática a partir del cálculo de las severidades climáticas de invierno y de verano para dichas localidades.

La severidad se establece en función de los grados-día y de la radiación solar de cada localidad.

Combinando 5 severidades de invierno y 4 de verano se obtienen las 12 zonas climáticas en las que se ubican las localidades españolas según la figura.



Se localizan en la tabla los dos intervalos correspondientes en los que se encuentran dichas severidades.

Cuanto más divisiones ocupa la zona se más severa se considera.

Figura 40. Zonas climáticas. (Figura D1 del DB HE1)

Se puede observar que para la zona D3, la severidad climática de invierno ocupa 4 divisiones y la severidad climática de verano ocupa 3 divisiones, por lo que se identifica que los inviernos en la localidad de Valdeganga son muy severos al igual que ocurre con los veranos.

Los elementos de la envolvente, se van a comparar siempre con dos valores: la transmitancia térmica máxima y la transmitancia límite de los parámetros característicos medios.

La transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores siempre se va a comparar cada uno de los elementos de la envolvente térmica, con los siguientes valores máximos:

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,7	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Tabla 4. Transmitancia térmica máxima. (Tabla 2.1 del DB-HE1)

Los valores límite de los parámetros característicos medios para la zona climática D3 siempre se van a comparar el conjunto de los elementos del mismo tipo con los siguientes valores, en W/m<sup>2</sup>K:

ZONA CLIMÁTICA D3	
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	U <sub>Mlim</sub> : 0,66 W/m <sup>2</sup> K
Transmitancia límite de suelos	U <sub>Slim</sub> : 0,49 W/m <sup>2</sup> K
Transmitancia límite de cubiertas	U <sub>Clim</sub> : 0,38 W/m <sup>2</sup> K
Factor solar modificado límite de lucernarios	FL <sub>lim</sub> : 0,28

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos U <sub>Hlim</sub> W/m <sup>2</sup> K				Factor solar modificado límite de huecos FH <sub>lim</sub>					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
De 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0(3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5(2,9)	2,9(3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2(2,5)	2,6(2,9)	3,4(3,5)	3,4(3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1(2,2)	2,5(2,6)	3,2(3,4)	3,2(3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9(2,1)	2,3(2,4)	3,0(3,1)	3,0(3,1)	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

Tabla 5. Valores límite de los parámetros característicos medios. (Tabla 2.2 del DB-HE1)

### 3.3 Clasificación de los espacios

Según lo indicado en el CTE, los espacios interiores del edificio se clasifican en:

**ESPACIOS HABITABLES:** Destinados al uso permanente u ocasional de las personas. Recibidor, escalera, pasillo, salón, cocina-comedor, lavadero, dormitorios, estudio, baños y aseos.

**ESPACIOS NO HABITABLES:** No destinados al uso de las personas. Garaje, despensa, cuarto de caldera y bodega. El espacio bajo cubierta y la cámara sanitaria se consideran también espacios no habitables.

Para cálculos de la **demanda energética**, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

#### a) Espacios con carga interna baja

Se disipa poco calor.

Son los espacios destinados principalmente para residir en ellos.

Se incluyen todos los espacios de viviendas y zonas asimilares a éstos, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

**b) Espacios con carga interna alta**

Se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, limitación o equipos existentes.

Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna.

Para cálculos de **condensaciones**, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior en:

**a) Espacios de clase de higrometría 5**

Se prevé una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.

**b) Espacios de clase de higrometría 4**

Se prevé una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar.

**c) Espacios de clase de higrometría 3 o inferior**

No se prevea una alta producción de humedad, se incluyen todos los espacios de edificios residenciales y el resto de espacios no indicados anteriormente.

<b>CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS HABITABLES (APDO 3,1,2 HE 1)</b>	
A efectos del cálculo de la demanda energética	Espacios con baja carga interna
A efectos de la limitación de condensaciones	Espacios de clase de higrometría 3 o inferior

Tabla 6. Clasificación de los espacios habitables. (DB-HE1)

### 3.4 Delimitación de la envolvente térmica

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

A continuación se describen unos códigos utilizados para la clasificación de los elementos constructivos:

<b>Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límite</b> (Apdo. 3,2,2,2) Según la Tabla 3,1			
Cerramientos y particiones interiores	Componentes		Parámetros urbanísticos
<b>CUBIERTAS</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	Cubierta en contacto con el aire	<b>U<sub>C1</sub></b>
	<b>C<sub>2</sub></b>	Cubierta en contacto con espacios no habitables	<b>U<sub>C2</sub></b>
	<b>L</b>	Lucernarios	<b>U<sub>L</sub></b>
<b>FACHADAS</b>	<b>M<sub>1</sub></b>	Muro en contacto con el aire	<b>U<sub>M1</sub></b>
	<b>M<sub>2</sub></b>	Muro en contacto con espacios no habitables	<b>U<sub>M2</sub></b>
	<b>H</b>	Huecos	<b>U<sub>H</sub></b>
<b>SUELOS</b>	<b>S<sub>2</sub></b>	Suelos en contacto con espacios no habitables	<b>U<sub>S2</sub></b>
	<b>S<sub>2</sub></b>	Suelos en contacto con espacios no habitables	<b>U<sub>S2</sub></b>
<b>MEDIANERIAS</b>	<b>M<sub>d</sub></b>	Medianeras	<b>U<sub>Md=M1</sub></b>

Tabla 7. Procedimiento de comparación con los valores límite. (Apartado 3.2.2.2 DB-HE 1)

### 3.5 Cálculo de los parámetros característicos de demanda

Los cálculos de los siguientes valores se han realizado conforme al **Anexo E, DB HE1**, y los valores de características físicas de los materiales y de los sistemas de construcción adoptados se han tomado de la biblioteca de datos del **programa LIDER** (Documento Reconocido del CTE).

#### Parámetros:

- **e** espesor, en metros (m)
- **$\lambda$**  conductividad térmica, en (W/mK)
- **R<sub>t</sub>** resistencia térmica total del componente constructivo, en (m<sup>2</sup>K/W)

La transmitancia térmica **U** del elemento, se obtiene a través de las siguientes expresiones:

$$R = e / \lambda$$

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

$$U = 1/R_t$$

**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>n</sub>**: resistencias térmicas de cada capa. (m<sup>2</sup>K/W)

**R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>**: resistencias térmicas superficiales, correspondientes al aire interior y al aire exterior respectivamente, (según la tabla E.1 del DB HE1).

**U**: transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>K)

Las resistencias térmicas de las cámaras de aire de todos los componentes constructivos que disponen de ella, se estudian conforme a la tabla E.2 del Apéndice E del DB-HE1.

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	Vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Tabla 8. Resistencias térmicas de cámaras de aire (Tabla E.2 del Apéndice E, del DB HE1)

Las resistencias térmicas superficiales de los cerramientos en contacto con el aire exterior, se realizan conforme a la siguiente tabla E.1 del Apéndice E.

Las resistencias térmicas superficiales de las particiones interiores en contacto con los espacios no habitables, se realizan mediante la tabla E.6 del Apéndice E.



Para el análisis de la demanda energética de la vivienda, se ha realizado un estudio exhaustivo de la misma, de sus elementos constructivos y de cada uno de los materiales que lo forman y las propiedades de los mismos.

Se han realizado, unas hojas de cálculo, con los valores de los espesores, la conductividad y la resistencia de las capas de cada uno de los elementos constructivos.

En primer lugar, se han calculado los valores de transmitancia térmica de diversas capas heterogéneas y después se ha calculado la resistencia térmica de la capa homogénea o elemento constructivo.

Según los datos obtenidos en cada caso, se ha verificado su cumplimiento con la opción o se han propuesto una serie de mejoras explicadas a lo largo del proceso, si éste no es admisible en cuanto a las condiciones requeridas.

También se ha calculado la transmitancia térmica en algunos ejemplos a través del **programa “eCondensa”** para compararla con las hojas de cálculo, con lo que se ha podido comprobar que la transmitancia por ambos métodos es la misma.

### 3.5.1 Cubiertas

#### 1. Cubierta C<sub>1</sub>: Cubierta en contacto con el aire exterior

Las características constructivas según el proyecto, de la cubierta invertida, transitable son las que se especifican a continuación:

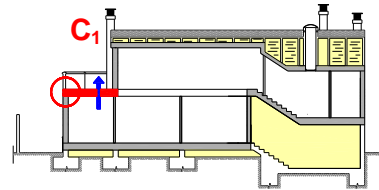


Figura 41. Esquema

- Solado fijo, pavimento o baldosa cerámica, recibida con cemento cola.
- Material de agarre o nivelación, mortero de cemento de 1,5 cm de espesor.
- Capa separadora: lámina geotextil de 115 g/m<sup>2</sup>.
- Aislamiento térmico de 4 cm. de espesor de poliestireno extruído XPS.
- Capa separadora: lámina geotextil de 115 g/m<sup>2</sup>.
- Impermeabilización a base de lámina asfáltica de betún elastómero de armadura de poliéster (fieltro no tejido de 160 g/m<sup>2</sup>, peso medio 4 kg/m<sup>2</sup>, elastómero, tipo LBM-40-FP-160), en posición flotante respecto al soporte, salvo en perímetros y puntos singulares.
- Mortero de regularización de cemento 1/6 M-40, de 2 cm de espesor.
- Formación de pendientes mediante hormigón aislante de arcilla expandida Arlita de espesor medio 10 cm.
- Forjado de 30 cm de canto, formado por bovedillas y viguetas.
- Revestimiento interior de enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.

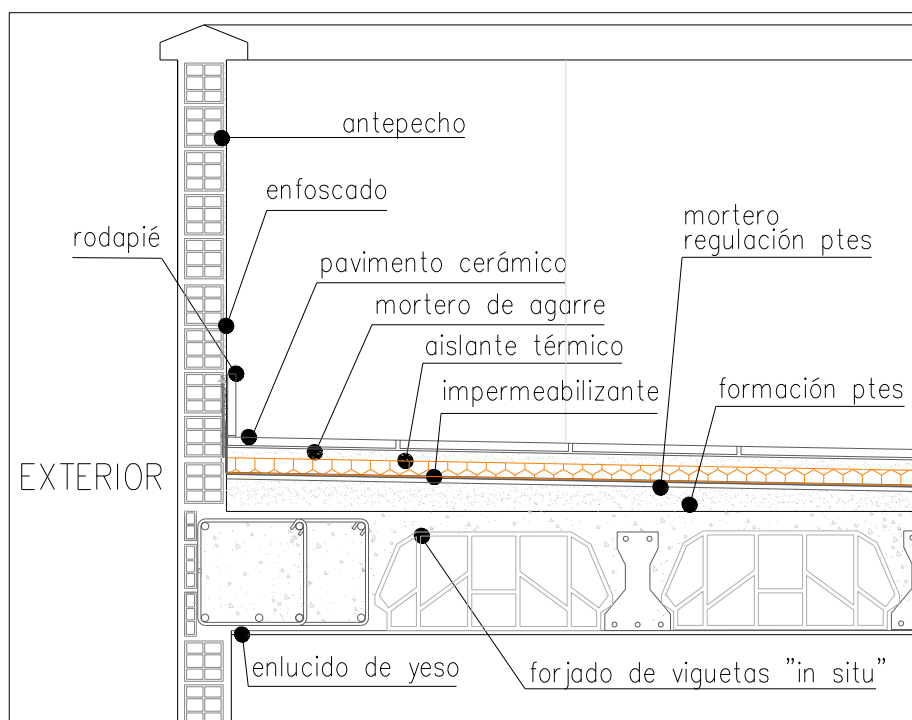


Figura 42. Detalle constructivo de cubierta plana

### Cálculo de la transmitancia térmica del elemento

A continuación, estudiamos el comportamiento térmico del elemento constructivo con sus características de proyecto y obtenemos los siguientes resultados:

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/ W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Plaqueta o baldosa cerámica (LIDER)	0,010	1,000	0,01
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (LIDER)	0,015	1,800	0,01
XPS Expandido con dióxido de carbono CO4 (LIDER)	0,040	0,042	0,95
Betún fieltro o lámina (LIDER)	0,012	0,230	0,05
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (LIDER)	0,020	1,800	0,01
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] (LIDER)	0,100	0,410	0,24
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón. (LIDER)	0,300	1,422	0,21
Enlucido de yeso, dureza media 600 < d < 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,10
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 9. Cálculo de la Resistencia térmica de los elementos de la cubierta plana

**Resistencia térmica total:**  $R_T = 1,68 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/ R_T \text{ (W/m}^2\text{)}$   $0,60 \leq U_{max} = 0,49 \text{ (CTE, DB HE1)}$

**SOLUCIÓN NO ADMISIBLE**

A continuación se representa la transmitancia y resistencia de cada una de las capas y la transmitancia y resistencia totales del elemento, realizado con el programa “eCondensa”:

Capas desde el exterior al interior:

Nombre	e	lambda	mu	R	U
Plaqueta o baldosa cerámica	1	1	30	0,01	100
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	1,5	1,8	10	0,008333	120
XPS Expandido con dióxido de carbono CO4 [..	4	0,042	100	0,952381	1,05
Betún fieltro o lámina	1,2	0,23	50000	0,052174	19,166667
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	2	1,8	10	0,011111	90
Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita]	10	0,41	10	0,243902	4,1
FU entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30	1,42857142	80	0,21	4,761905
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1,5	0,3	6	0,05	20
<b>TOTALES</b>	<b>51,2</b>			<b>1,678</b>	<b>0,596</b>

Tabla 10. Cálculo de los parámetros de demanda de los elementos de la cubierta plana

Podemos observar que tanto la transmitancia como la resistencia a través del programa, coinciden con las calculadas anteriormente.

Comprobamos que con 4 cm de XPS poliestireno extruído no cumple, por lo tanto, se procede a aumentar el aislamiento de 4 cm a 6 cm y estos son los resultados:

#### **PROPUESTA DE SOLUCIÓN:**

**Resistencia térmica total:**  $RT = 2,16 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT \text{ (W/m}^2\text{)}$   $0,46 \leq U_{\text{max}} = 0,49 \text{ (CTE, DB HE1)}$

#### **SOLUCIÓN AHORA ADMISIBLE**

#### **Conclusiones:**

- Con 6 cm de XPS poliestireno extruído, tenemos el **mínimo espesor** de este tipo de aislante que se puede colocar para cumplir con la Normativa.
- Otra opción sería la de cambiar a un aislante de mayor resistencia térmica.
- Se puede observar, que la capa que presenta mayor resistencia es la correspondiente al aislamiento, debido a su baja conductividad térmica.

## 2. Cubierta C<sub>2</sub>: Cubierta en contacto con espacios no habitables.

Las características constructivas según el proyecto, de la cubierta de tabiquillos palomeros, se detallan a continuación:

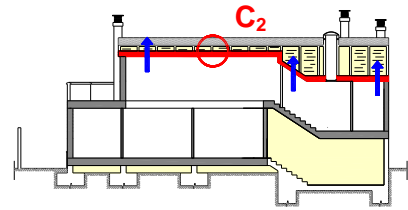


Figura 41. Esquema

- Teja pizarra, de 27x18,5 cm, de 2,5 mm de espesor, clavada triple solape y disposición de piezas de ventilación.
- Capa de compresión de yeso negro maestreado de 4 cm de espesor.
- Lámina impermeabilizante
- Tablero machihembrado de 100x30x4,50 cm.
- Tabicón palomero H/D recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) separados 1 m.
- Aislamiento térmico realizado con fieltro ligero de lana de vidrio pegado sobre un papel alquitranado que sirve de barrera de vapor de 8 cm. (tipo IBR de Isover).
- Forjado unidireccional de viguetas y bovedillas, de 30 cm de canto.
- Revestimiento interior de enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.

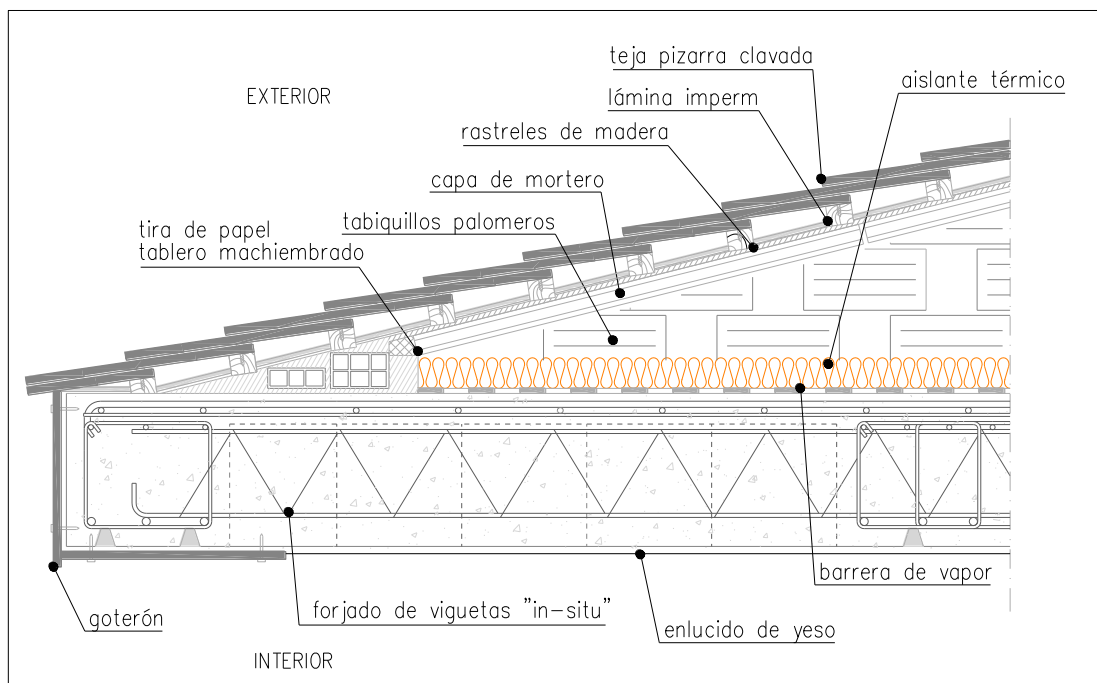


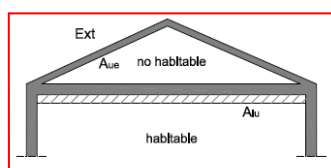
Figura 43. Detalle constructivo de cubierta inclinada

## Cálculo de la transmitancia térmica del elemento

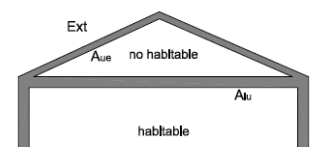
DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R $m^2 K/W$
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Teja pizarra (CATÁLOGO DE FABRICANTE)*	0,003	0,040	0,01
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (LIDER)	0,040	0,700	0,06
Betún fieltro o lámina (LIDER)	0,003	0,230	0,01
LH Tabique Ladrillo hueco sencillo (40 mm < E < 60 mm) (LIDER)	0,040	0,445	0,09
CON CAMARA Horizontal Ligeramente ventilada	0,050	---	0,08
MW Lana de roca o mineral (LIDER)	0,080	0,050	1,60
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón. (LIDER)	0,300	1,422	0,21
Enlucido de yeso, dureza media 600 < d < 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,10
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 11. Cálculo de la Resistencia térmica de los elementos de la cubierta inclinada

Los espacios adyacentes no habitables: espacio bajo cubierta



**Posición del aislamiento:** No aislado Aue – Aislado Aiu  
(Primer caso de la figura X)



**Ventilación:** (CASO1) Espacio ligeramente ventilado  
(Por tener nivel de estanqueidad 3)

**Superficie del cerramiento Aue:** 222,161 m<sup>2</sup>

**Superficie del cerramiento Aiu:** 197,42 m<sup>2</sup>

**Aiu / Aue:** 0,89

**Coficiente b:** 0,94

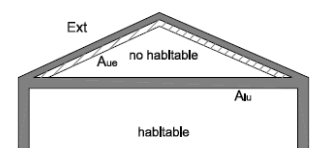


Figura 44. Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

**Resistencia térmica total:**  $RT = 2,25 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT$ ;  $U = 0,44 \text{ W/m}^2$

**Transmitancia de la partición en contacto con espacios no habitables:**

$U = U_p \cdot b = 0,42 \leq U_{max} 0,86 \text{ (CTE, DB HE1)}$

\* ANEXO 2: Datos. (D.1. Catálogo de la pizarra.).

**Conclusiones:**

- Se puede comprobar que la transmitancia térmica del elemento es menor que la transmitancia térmica máxima.
- No sería buena solución si la comparamos con los valores límite de los parámetros característicos medios, pues no cumpliría puesto que:

$$0,44 \leq U_{lim} 0,38 \text{ (CTE, DB HE1)}$$

**SOLUCIÓN NO ADMISIBLE**

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN:**

- Se estudia que la cubierta de proyecto cumple, si en lugar de los 8 cm de lana de vidrio, se colocasen 10 cm, y los resultados que se obtienen son los siguientes:

**Resistencia térmica total:**  $RT = 2,65 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT$ ;  $U = 0,38 \text{ W/m}^2$

**Transmitancia de la partición en contacto con espacios no habitables:**

$$U = U_p \cdot b = 0,35 \leq U_{max} 0,86 \text{ (CTE, DB HE1)}$$

$$0,35 \leq U_{lim} 0,38 \text{ (CTE, DB HE1)}$$

**SOLUCIÓN AHORA ADMISIBLE**

**Conclusiones:**

- De esta forma, comprobamos que el **espesor mínimo de cumplimiento** con este tipo de aislante, de lana de roca, sería de 10 cm.
- Otra solución a adaptar sería colocar otro tipo de aislante de mayor resistencia térmica como el PUR, poliuretano proyectado.

### 3.5.2 Fachadas

#### 1. Fachada $M_1$ : Muro en contacto con el aire.

Las características constructivas según el proyecto, de la fachada se especifican a continuación:

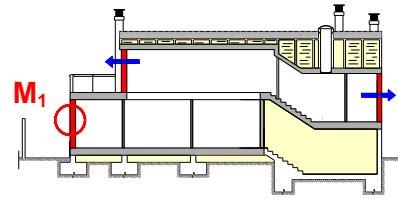


Figura 41. Esquema

- Revestimiento con mortero monocapa Cotegran RPL, impermeable al agua, compuesto por cemento portland, aditivos y cargas minerales y de 1,5 cm de espesor.
- Fábrica de ladrillo hueco doble de ½ pie de espesor, enfoscado interiormente con mortero cemento CEM II/A-P 32,5R y arena de río 1/6.
- Cámara de aire de 5 cm de espesor, sin ventilar.
- Aislante térmico de 6 cm de espesor y de 20 kg/m<sup>3</sup> de densidad, tipo EPS o poliestireno expandido clase IV-AE.
- Tabicón de ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm de espesor, recibido con mortero cemento CEM II/A-P 32,5R y arena de río 1/6.
- Guarnecido y enlucido de yeso blanco de 1,5 cm de espesor.

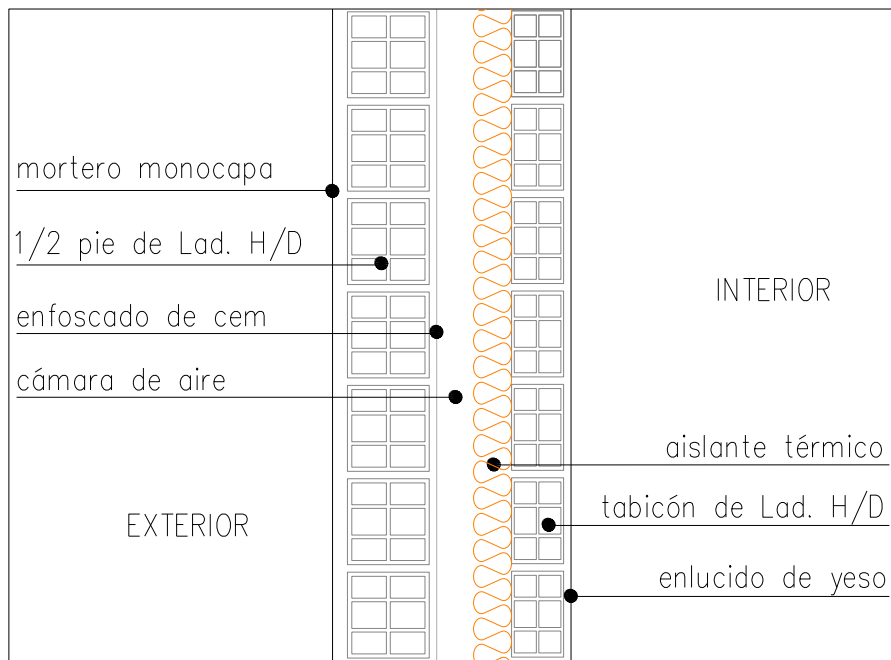


Figura 45. Detalle constructivo de fachada



### Cálculo de la transmitancia térmica del elemento

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR <math>R_{se}</math></b>			0,04
Mortero monocapa	0,015	1,000	0,02
LM 1/2 pie Ladrillo métrico o catalán catalán 40 mm<G <50 mm (LIDER)	0,100	0,991	0,10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (LIDER)	0,015	1,800	0,01
<b>CON CÁMARA</b> Vertical	0,050	---	0,18
EPS Poliestireno Expandido (LIDER)	0,060	0,046	1,30
LH Tabicón Ladrillo hueco doble (60 mm< E< 90 mm) (LIDER)	0,080	0,432	0,19
Enlucido de yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,03
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR <math>R_{si}</math></b>			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 12. Cálculo de la Resistencia térmica de los elementos de la fachada

**Resistencia térmica total:**  $RT = 2,01 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT \text{ (W/m}^2\text{)}$   $0,50 \leq U_{max} = 0,86 \text{ (CTE, DB HE1)}$

### SOLUCIÓN ADMISIBLE

A continuación se han calculado los valores mediante el programa “eCondensa” y estos son los resultados obtenidos:

Capas desde el exterior al interior:

Nombre	e	lambda	mu	R	U
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	1,5	1	10	0,015	66,666667
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 m...	10	1,04166666	10	0,096	10,416667
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	1,5	1,8	10	0,008333	120
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	5	0,27777778	1	0,18	5,555556
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	6	0,046	20	1,304348	0,766667
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8	0,375	10	0,213333	4,6875
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1,5	0,3	6	0,05	20
<b>TOTALES</b>	<b>33,5</b>			<b>2,037</b>	<b>0,491</b>

Tabla 13. Cálculo de los parámetros de demanda de los elementos de fachada

Se puede comprobar que la transmitancia es la misma que la anterior, al igual que la resistencia térmica.

**Conclusiones:**

- Se puede comprobar que la transmitancia térmica del elemento es menor que la transmitancia térmica máxima.
- En cuanto a la resistencia, se aprecia que aumenta en la capa correspondiente al aislamiento que alcanza su valor máximo de 1,30 m<sup>2</sup>K/W.

**PROPUESTA DE MEJORA:**

- Se estudia que cumple la transmitancia térmica máxima hasta con 3 cm de aislamiento, pero en cambio no cumple su transmitancia límite, por lo que la mejor solución sería colocar 4 cm de aislante, con lo que estarían cumpliendo ambas condiciones y estos serían los resultados obtenidos:

**Resistencia térmica total:**  $RT = 1,58 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT \text{ (W/m}^2\text{K)}$   $0,63 \leq U_{\text{max}} = 0,86 \text{ (CTE, DB HE1)}$

$0,63 \leq U_{\text{Mlim}} = 0,66 \text{ (CTE, DB HE1)}$

- Con 4 cm de aislante de EPS poliestireno expandido, estaríamos en el **mínimo espesor que se puede colocar** de este tipo.

**2. Fachada M<sub>2</sub>: Muro en contacto con espacios no habitables.**

El tabique de separación entre la vivienda y el semisótano (espacio no habitable), está formado por las siguientes capas:

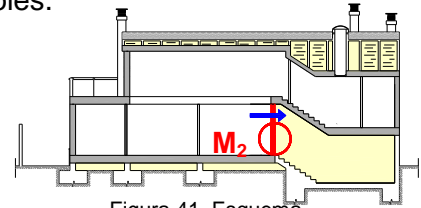


Figura 41. Esquema

- Enlucido de yeso sin maestrear de 1,5 cm de espesor.
- Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x7 cm de ½ pie de espesor, recibido con mortero de CEM II/A-P 32,5R y arena de río 1/6.
- Enlucido de yeso sin maestrear de 1,5 cm de espesor.

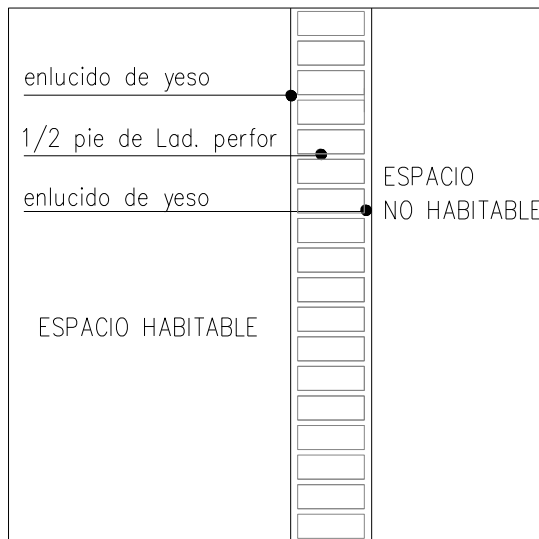


Figura 46. Detalle constructivo del tabique en contacto con espacios no habitables

**Cálculo de la transmitancia térmica del elemento**

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	λ W/mK	R m <sup>2</sup> K/ W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR R<sub>se</sub></b>			0,04
Enlucido de yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
1/2 pie LP métrico o catalán 40mm<G<60mm	0,100	0,667	0,15
Enlucido de yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR R<sub>si</sub></b>			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 14. Cálculo de la Resistencia térmica del tabique en contacto con espacios no habitables

**Resistencia térmica total:** RT= 0,42 m<sup>2</sup>K/W

**Transmitancia:** U = 1/ RT; U= 2,38 W/m<sup>2</sup>

**Transmitancia del muro en contacto con espacios no habitables:**

**U = Up-b      1,60 ≤ Umax = 0,86 W/m<sup>2</sup>K (CTE, DB HE1)**

**SOLUCIÓN NO ADMISIBLE**

Dado al elevado valor de la transmitancia térmica del tabique, se procede a cambiar el mismo, aprovechando su única hoja, adosándole a la misma un aislante de EPS y colocando otra hoja interior.

### PROPUESTA DE SOLUCIÓN:

Se procede a cambiar el tabique en contacto con el garaje, se modificará de manera que cumpla con la Normativa y la nueva solución estará formada por las siguientes capas:

- Guarnecido y enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.
- Fábrica de ladrillo perforado de 25x12x7 cm de  $\frac{1}{2}$  pie de espesor, recibido con mortero de CEM II/A-P 32,5R y arena de río 1/6.
- Mortero de cemento de 1,5 cm de espesor.
- Aislante térmico de 1 cm de espesor y de 20 kg/m<sup>3</sup> de densidad, tipo EPS o poliestireno expandido clase IV-AE.
- Tabicón de ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm de espesor, recibido con mortero cemento CEM II/A-P 32,5R y arena de río 1/6.
- Guarnecido y enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.

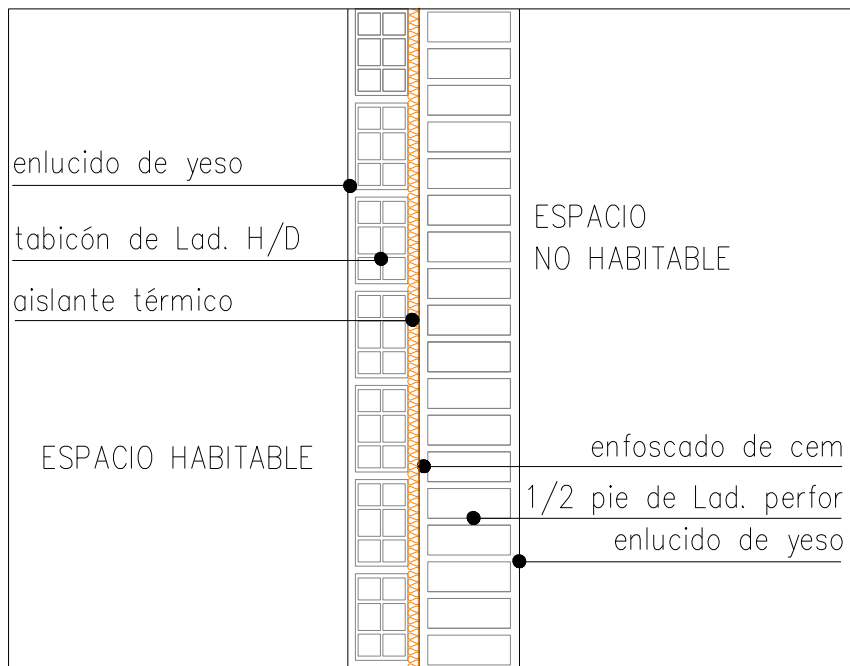


Figura 47. Detalle constructivo de la solución adoptada

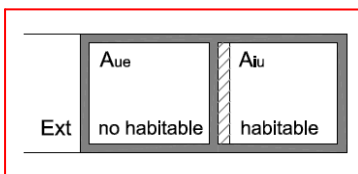
Se procede a calcular de nuevo la transmitancia de cada una de sus capas, así como la resistencia térmica.

### Cálculo de la transmitancia térmica del elemento

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/ W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Enlucido de yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
1/2 pie LP métrico o catalán 40mm<G<60mm	0,100	0,667	0,15
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (LIDER)	0,015	1,800	0,01
EPS Poliestireno Expandido (LIDER)	0,010	0,046	0,22
LH Tabicón Ladrillo hueco doble (60 mm< E< 90 mm) (LIDER)	0,080	0,432	0,19
Enlucido de yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 15. Cálculo de la Resistencia térmica del tabique en contacto con espacios no habitables

Los espacios no habitables correspondientes a la planta semisótano: (bodega, trastero, despensa, garajes y cuarto para la caldera)



**Posición del aislamiento:** No aislado Aue – Aislado Aiu

**Ventilación:** (CASO1) Espacio ligeramente ventilado

**Superficie del cerramiento Aue:** 33,12 m<sup>2</sup>

**Superficie del cerramiento Aiu:** 22,39 m<sup>2</sup>

**Aiu / Aue:** 0,68 (0,25 ≤ 0,50)

**Coefficiente b:** 0,67

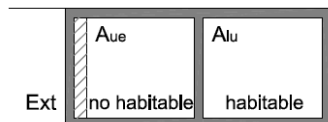
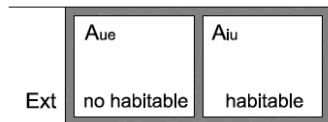


Figura 48. Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

**Resistencia térmica total:**  $RT = 0,83 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT$ ;  $U = 1,20 \text{ W/m}^2$

**Transmitancia del muro en contacto con espacios no habitables:**

$U = U_p \cdot b$   $0,81 \leq U_{max} = 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$  (CTE, DB HE1)

**SOLUCIÓN ADMISIBLE**

**Conclusiones:**

- Se comprueba que el espesor del aislante de 1 cm es el **mínimo de cumplimiento** que se puede aplicar.
- En cuanto a la resistencia, se aprecia que aumenta en la capa correspondiente al aislamiento que alcanza su valor máximo.

### 3.5.3 Suelos

#### 1. Suelo S<sub>2\_1</sub>: Suelo en contacto con espacios no habitables.

Suelo en contacto con el forjado sanitario está formado por las siguientes capas:

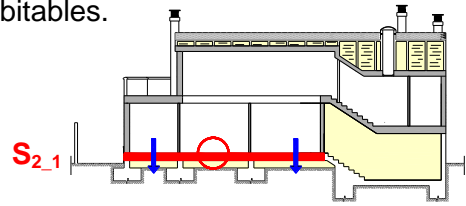


Figura 41. Esquema

- Solado interior de mármol nacional de 2 cm, recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, cama de arena de 2 cm de espesor.
- Aislante térmico, realizado con mortero aligerado Arlita F-3, realizado en obra de dosificación 1/6, de 5 cm de espesor medio.
- Forjado unidireccional, "in-situ", con bovedillas de hormigón, de canto 30 cm. apoyado sobre muretes de bloque armado macizado, coronados por lámina impermeabilizante. Se dispondrá como mínimo de una armadura de reparto.
- Revestimiento interior de yeso de 1,5 cm de espesor.

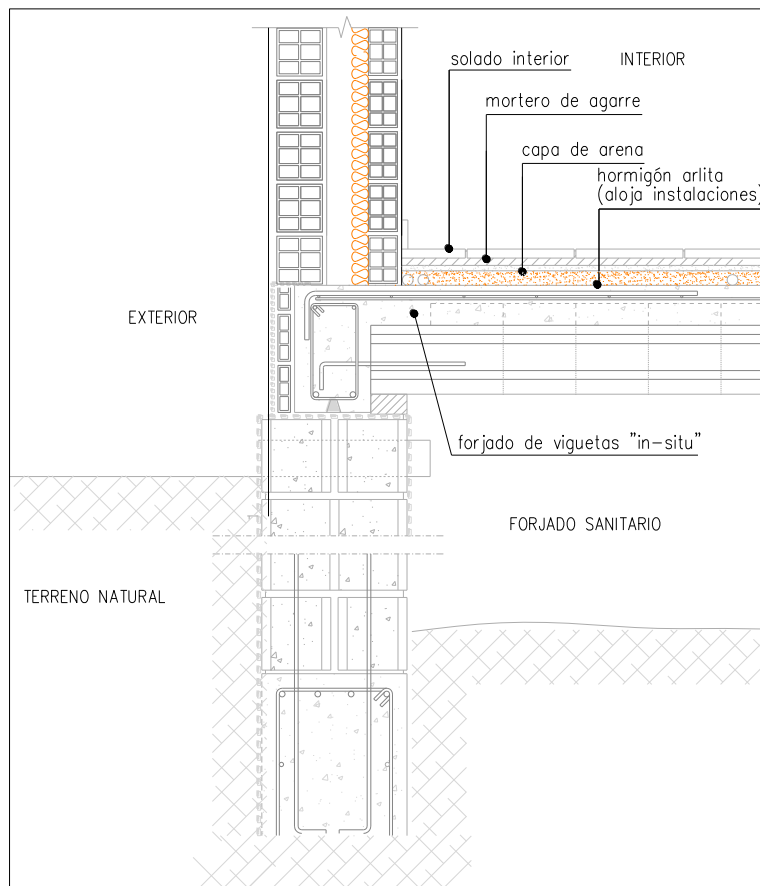


Figura 49. Detalle constructivo del suelo en contacto con cámara sanitaria

## Cálculo de la transmitancia térmica del elemento

DEFINICIÓN DE CAPAS	e	$\lambda$	R
EXTERIOR	metros	W/mK	m <sup>2</sup> K/ W
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			
Forjado unidireccional. Entrevigado de hormigón. (LIDER)	0,300	1,422	0,21
Arcilla Expandida (árido suelto)	0,050	0,148	0,34
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (LIDER)	0,030	1,800	0,02
Mármol (LIDER)	0,020	3,500	0,01
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			
INTERIOR			

Tabla 16. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables

h: 0,16 m

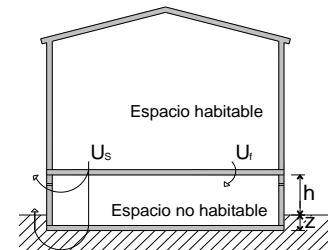
z: 0,24 m  **$h \leq 1m$  y  $z \leq 0,5m$** 

Figura 50. Espacios habitables y no habitables

Por lo tanto se considera **CÁMARA SANITARIA** (Se calcula de acuerdo al apartado 1.3.1 del DB HS-1)

Perímetro del suelo P: 47,62 m

Área del suelo A: 113,69 m<sup>2</sup>Longitud característica  $b'$ :  $A / 0,5.P = 4,78$  (Según tabla E.9)Resistencia térmica total  $RT = 0,57$  (m<sup>2</sup>K/W) (Según tabla E.9)Transmitancia  $U = 1/ RT$ ;  $U = 1,75$  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia del muro en contacto con espacios no habitables

 $U = U_{p-b}$   $0,72 \leq U_{max} = 0,86$  W/m<sup>2</sup>K (CTE, DB HE1)

Aunque dicha solución no sería aceptable si tenemos en cuenta la transmitancia de los parámetros medios:

 **$0,83 \leq U_{lim} 0,49$**  (CTE, DB HE1)**SOLUCIÓN NO ADMISIBLE**

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN:**

Por lo tanto, el resultado sería colocar un nuevo aislante de PUR de 2 cm de espesor:

DEFINICIÓN DE CAPAS	e	$\lambda$	R
EXTERIOR	metros	W/mK	m <sup>2</sup> K/ W
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón. Canto 300 mm (LIDER)	0,300	1,422	0,21
PUR Plancha con HCF o Pentano y rev. Impermeable a gases (0,025 W/mK) (LIDER)	0,020	0,025	0,80
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)	0,030	1,800	0,02
Mármol (2600< d< 2800) (LIDER)	0,020	3,500	0,01
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			
INTERIOR			

Tabla 17. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables

**Resistencia térmica total**  $RT= 1,03$  (m<sup>2</sup>K/W) (Según tabla E.9)

**Transmitancia**  $U= 1/ RT$ ;  $U= 0,97$  W/m<sup>2</sup>K

**Transmitancia del muro en contacto con espacios no habitables**

$U = U_p \cdot b$   $0,53 \leq U_{max} = 0,86$  W/m<sup>2</sup>K (CTE, DB HE1)

$0,48 \leq U_{lim} 0,49$  (CTE, DB HE1)

**SOLUCIÓN AHORA ADMISIBLE**



## 2. Suelo $S_{2,2}$ : Suelo en contacto con espacios no habitables.

El suelo en contacto con la planta semisótano está formado por las siguientes capas:

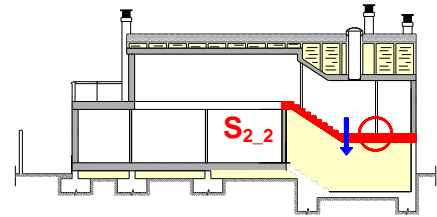


Figura 41. Esquema

- Solado interior de mármol nacional de 2 cm, recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, cama de arena de 2 cm de espesor.
- Aislante térmico, realizado con mortero aligerado Arlita F-3, realizado en obra de dosificación 1/6, de 5 cm de espesor medio.
- Forjado unidireccional, "in-situ", con bovedillas de hormigón, de canto 30 cm.
- Revestimiento interior de yeso de 1,5 cm de espesor.

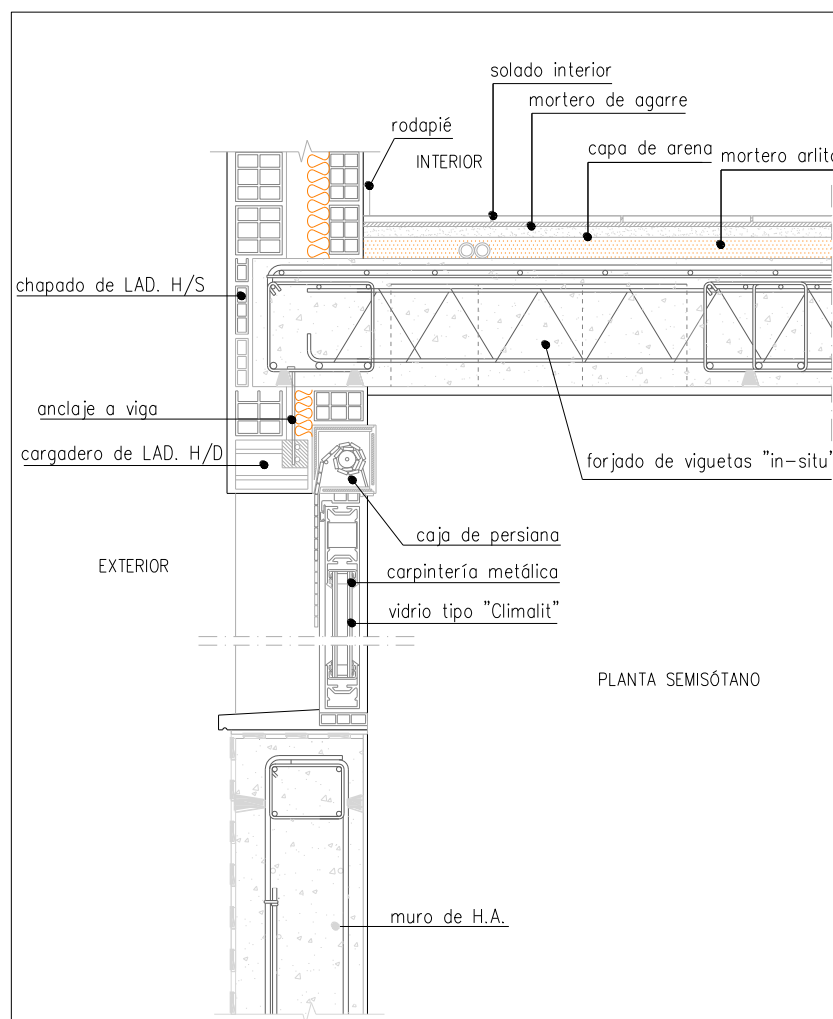


Figura 51. Detalle constructivo del suelo en contacto con planta semisótano

### Cálculo de la transmitancia térmica del elemento

DEFINICIÓN DE CAPAS		e	$\lambda$	R
EXTERIOR		metros	W/mK	m <sup>2</sup> K/ W
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$				0,17
Yeso, dureza media 600 < d < 900 (LIDER)		0,015	0,300	0,05
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón. Canto 300 mm (LIDER)		0,300	1,422	0,21
Arcilla Expandida (árido suelto)		0,050	0,148	0,34
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)		0,030	1,800	0,02
Mármol (2600 < d < 2800) (LIDER)		0,020	3,500	0,01
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$				0,17
INTERIOR				

Tabla 18. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables

**h:** 1,61 m

**z:** 1,2 m **z > 1,5**

Por lo tanto se considera **PARTICIÓN INTERIOR**  
(Se calcula de acuerdo al apartado 1.3.1 del DB HS-1)

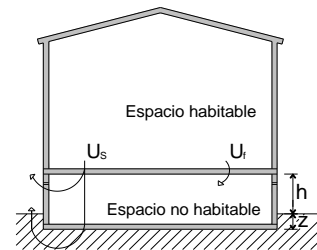


Figura 50. Espacios habitables y no habitables

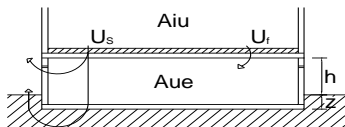


Figura 52. No aislado Aui-Aislado Aiu

**Posición del aislamiento:** No aislado Aue – Aislado Aiu

**Ventilación:** (CASO1) Espacio ligeramente ventilado

**Superficie del cerramiento Aue:** 78,86

**Superficie del cerramiento Aiu:** 78,86 m<sup>2</sup>

**Aiu / Aue:** 1,00

**Coefficiente b:** 0,94

**Resistencia térmica total**  $RT = 0,96 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia**  $U = 1/RT$ ;  $U = 1,04 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Transmitancia del muro en contacto con espacios no habitables**

**$U = U_p \cdot b$**   $0,98 \leq U_{max} = 0,86 \text{ W/m}^2\text{K}$  (CTE, DB HE1)

**SOLUCIÓN NO ADMISIBLE**

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN:**

Por lo tanto, se estudia el espesor de su aislamiento y se comprueba que con 2 cm de PUR cumple y se obtienen los siguientes datos:

DEFINICIÓN DE CAPAS	e	$\lambda$	R
EXTERIOR	metros	W/mK	m <sup>2</sup> K/ W
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,17
Yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón. Canto 300 mm (LIDER)	0,300	1,422	0,21
PUR Plancha con HCF o Pentano y rev. Impermeable a gases (0,025 W/mK) (LIDER)	0,040	0,025	1,60
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)	0,030	1,800	0,02
Mármol (2600< d< 2800) (LIDER)	0,020	3,500	0,01
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,17
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 19. Cálculo de la Resistencia térmica del suelo en contacto con espacios no habitables

**Resistencia térmica total**  $R_T = 2,22 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia**  $U = 1/ R_T$ ;  $U = 0,45 \text{ W/m}^2$

**Transmitancia del muro en contacto con espacios no habitables**

$U = U_p \cdot b$   $0,42 \leq U_{max} = 0,86 \text{ W/m}^2$  (CTE, DB HE1)

**SOLUCIÓN AHORA ADMISIBLE**

### 3.5.4 Medianeras

**Medianera  $M_d$ :** Muro en contacto con otra vivienda.

Como cuando se realizó nuestro edificio objeto de estudio, el edificio colindante no estaba construido, nuestra medianera, se consideró a efectos de cálculo como una fachada con las características de la fachada  $M_1$  de nuestro edificio, ya calculada en el apartado 4.2.2.

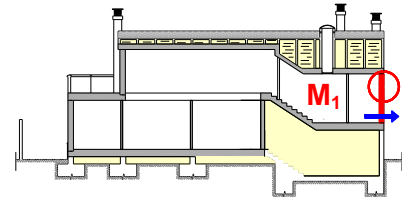


Figura 41. Esquema

### 3.5.5 Particiones interiores

Comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

#### 1. Elementos verticales: tabiques interiores

Las particiones interiores que conforman las divisiones verticales del edificio, están constituidas por las siguientes capas:

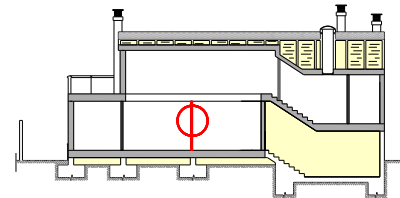


Figura 41. Esquema

- Enlucido de yeso blanco sin maestrear de 1,5 cm de espesor.
- Tabicón de ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm, recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6.
- Enlucido de yeso blanco sin maestrear de 1,5 cm de espesor.

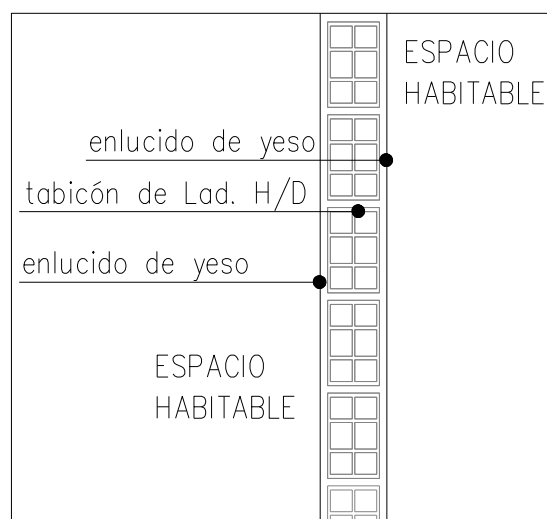


Figura 53. Detalle constructivo del suelo en contacto con planta semisótano

En los tabiques interiores no es necesario el cálculo.

## 2. Elemento horizontales: forjado entre plantas

Los forjados que conforman las divisiones horizontales de la vivienda y separan dos zonas calefactadas, están formados por las siguientes capas:

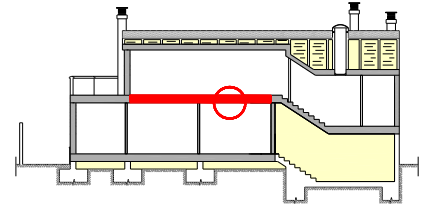


Figura 41. Esquema

- Solado interior de mármol nacional de 2 cm, recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, cama de arena de 2 cm de espesor.
- Forjado unidireccional de nervaduras "in-situ" de hormigón armado, canto de 25 + 5 cm, con bovedilla de hormigón de 60x25x25, nervios de hormigón de 12 cm de media y capa de compresión de 5 cm, ambos de hormigón HA-25 N/mm<sup>2</sup>, T<sub>máx</sub> 20 mm, consistencia blanda, acero AEH-500S elaborado en central.
- Revestimiento interior horizontal de yeso de 1,5 cm de espesor

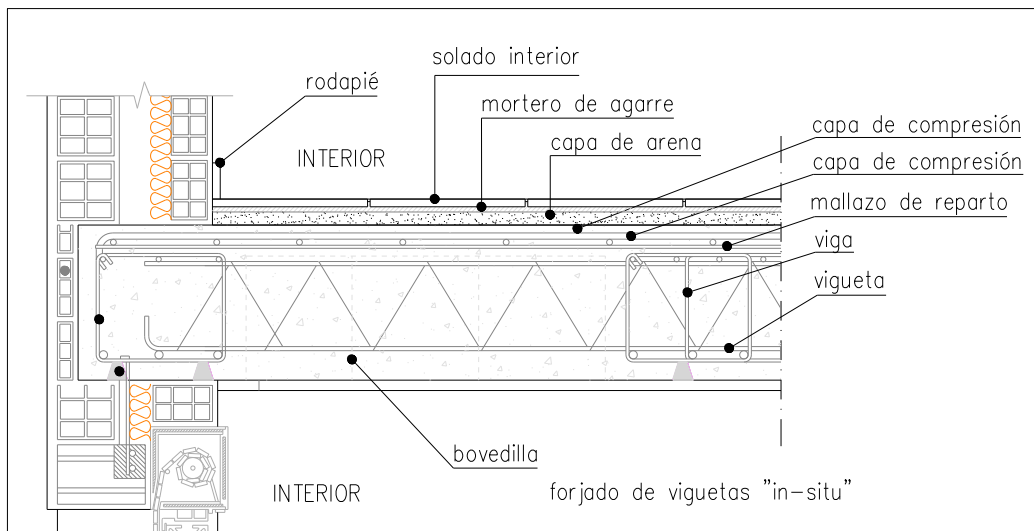


Figura 54. Detalle constructivo del suelo en contacto con planta semisótano

En estos elementos no es necesario realizar el cálculo de transmitancia térmica, ya que se encuentran dentro de la zona de habitabilidad del edificio.

### 3.5.6 Huecos

Los huecos de carpintería son de aluminio lacado de color blanco, de distintas dimensiones según el tipo de hueco del que se trate y estarán formados por:

- Vidrio: será del tipo “climalit” doble de 4-12-6
- Marco: será de aluminio con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm.

Las ventanas serán correderas de 2 hojas, practicables de 2 hojas, oscilobatientes de 1 hoja, puertas balconeras practicables de 1 hoja y puertas balconeras practicables de 2 hojas.

Los cercos y las hojas están instaladas sobre precerco de aluminio.

A continuación se puede observar un esquema con la distribución de las ventanas en planta, delimitando nuestros espacios habitables con el exterior.

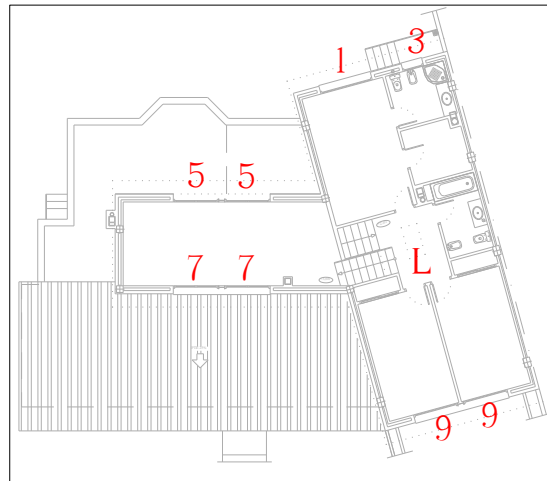


Figura 55. Huecos en planta baja y semisótano

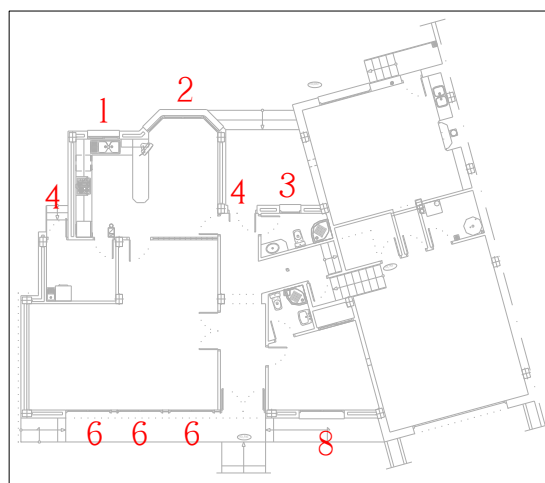


Figura 56. Huecos en planta alta y estudio

Los tipos de huecos se han clasificado y se especifican a continuación:

## HUECO TIPO 1

### a) Cálculo de la transmitancia térmica $U_H$

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>31,05 %</b>	

Tabla 20. Transmitancia térmica de hueco tipo 1

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

Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K) : 3,10

### b) Cálculo del factor solar modificado $F_H$

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,31
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro $\alpha$	0,20

Tabla 21. Factor solar modificado de hueco tipo 1

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra

La ventana, que tiene orientación oeste,

presenta un retranqueo de las siguientes características:

W: 1,20; R: 0,20; H: 1,25

R/W: 0,17; R/H: 0,16

Factor de sombra  $F_S$  : 0,82

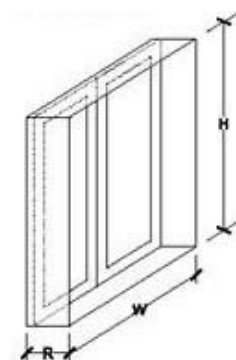


Figura 57. Factor sombra fachada: Retranqueo

Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,43

**HUECO TIPO 2****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (Umax)
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (Umax)
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>27,55 %</b>	

Tabla 22. Transmitancia térmica de hueco tipo 2

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K): 3,05**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,28
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro $\alpha$	0,20

Tabla 23. Factor solar modificado de hueco tipo 2

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra**

La ventana, que tiene orientación oeste,

presenta un retranqueo de las siguientes características:

W: 2,75; R: 0,20; H: 1,50

R/W: 0,07; R/H: 0,13

**Factor de sombra  $F_S$ : 0,86**

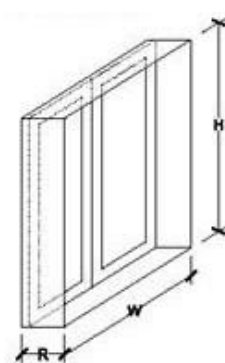


Figura 57. Factor sombra fachada: Retranqueo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$ : 0,48**



**HUECO TIPO 3****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>44,00 %</b>	

Tabla 24. Transmitancia térmica de hueco tipo 3

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K): 3,27**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,44
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro $\alpha$	0,20

Tabla 25. Factor solar modificado de hueco tipo 3

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra**

La ventana, que tiene orientación oeste,

presenta un retranqueo de las siguientes características:

W: 0,60;      R: 0,20;      H: 1,20

R/W: 0,33;      R/H: 0,17

**Factor de sombra  $F_S$  : 0,76**

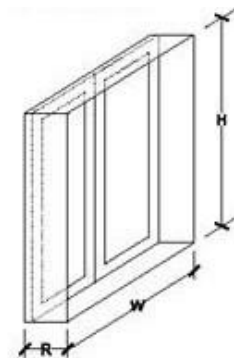


Figura 57. Factor sombra fachada: Retranqueo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,33**

**HUECO TIPO 4****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>38,63 %</b>	

Tabla 26. Transmitancia térmica de hueco tipo 4

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K): 3,20**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,39
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro $\alpha$	0,20

Tabla 27. Factor solar modificado de hueco tipo 4

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra**

La ventana, que tiene orientación oeste,

presenta un retranqueo de las siguientes características:

W: 0,80; R: 0,20; H: 2,20

R/W: 0,25; R/H: 0,09

**Factor de sombra  $F_S$ : 0,81**

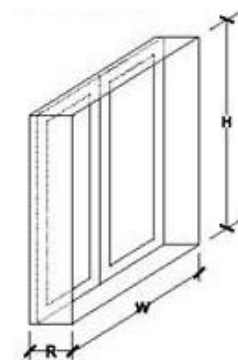


Figura 57. Factor sombra fachada: Retranqueo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$ : 0,39**

**HUECO TIPO 5****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	$\leq 3,5$ ( $U_{max}$ )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	$\leq 3,5$ ( $U_{max}$ )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>23,26 %</b>	

Tabla 28. Transmitancia térmica de hueco tipo 5

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K) : 3,00**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g^\perp$	0,75	
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,23	
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00	
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro	$\alpha$	0,20

Tabla 29. Factor solar modificado de hueco tipo 5

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

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra**

La ventana, que tiene orientación oeste,

presenta un voladizo de las siguientes características:

$$L: 0,65; \quad D: 0,20; \quad H: 2,20$$

$$L/H: 0,30; \quad D/H: 0,09$$

**Factor de sombra  $F_S$  : 0,92**

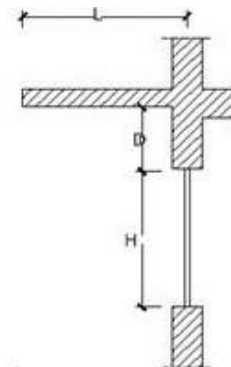


Figura 58. Factor sombra fachada: Voladizo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,54**

**HUECO TIPO 6****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>23,26 %</b>	

Tabla 30. Transmitancia térmica de hueco tipo 6

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K) : 3,00**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,23
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro $\alpha$	0,20

Tabla 31. Factor solar modificado de hueco tipo 6

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra:**

La ventana, que tiene orientación este,

presenta un voladizo de las siguientes características:

L: 1,05;      D: 0,50;      H: 2,20

L/H: 0,48;      D/H: 0,23

**Factor de sombra  $F_S$  : 0,96**

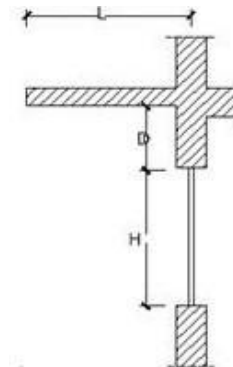


Figura 58. Factor sombra fachada: Voladizo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,56**

**HUECO TIPO 7****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>35,95 %</b>	

Tabla 32. Transmitancia térmica de hueco tipo 7

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K) : 3,17**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75	
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,36	
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00	
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro	$\alpha$	0,20

Tabla 33. Factor solar modificado de hueco tipo 7

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra:**

La ventana, que tiene orientación este,

presenta un voladizo de las siguientes características:

L: 0,65;      D: 0,20;      H: 0,90

L/H: 0,72;      D/H: 0,22

**Factor de sombra  $F_S$  : 0,86**

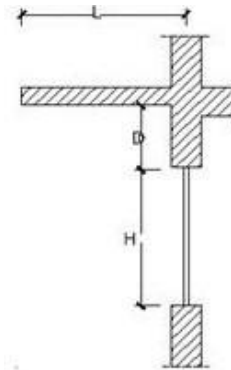


Figura 58. Factor sombra fachada: Voladizo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,46**

**HUECO TIPO 8****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>30,82 %</b>	

Tabla 34. Transmitancia térmica de hueco tipo 8

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K) : 3,10**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,31
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro $\alpha$	0,20

Tabla 35. Factor solar modificado de hueco tipo 8

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra:**

La ventana, que tiene orientación este,

presenta un voladizo de las siguientes características:

L: 1,05;      D: 0,50;      H: 1,25

L/H: 0,84;      D/H: 0,40

**Factor de sombra  $F_S$  : 0,86**

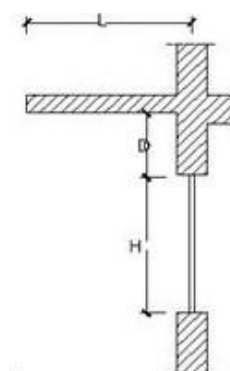


Figura 58. Factor sombra fachada: Voladizo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,46**

**HUECO TIPO 9****a) Cálculo de la transmitancia térmica  $U_H$** 

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
ER/ Vertical/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
VER Vertical/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,00	≤ 3,5 (U <sub>max</sub> )
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	<b>30,82 %</b>	

Tabla 36. Transmitancia térmica de hueco tipo 9

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K) : 3,23**

**b) Cálculo del factor solar modificado  $F_H$** 

Factor solar de la parte semitransparente	$g_{\perp}$	0,75	
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,31	
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,00	
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro	$\alpha$	0,20

Tabla 37. Factor solar modificado de hueco tipo 9

$$F = F_S \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra:**

La ventana, que tiene orientación este,

presenta un voladizo de las siguientes características:

L: 0,65;      D: 0,20;      H: 1,25

L/H: 0,53;      D/H: 0,40

**Factor de sombra  $F_S$  : 0,86**

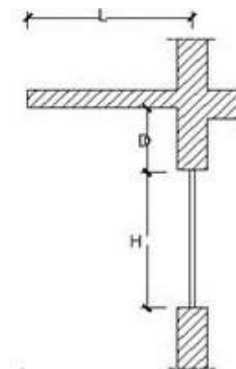


Figura 58. Factor sombra fachada: Voladizo

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,46**

### 3.2.7 Lucernarios

#### LUCERNARIO TIPO 1

Formado por acristalamiento sobre lucernario en cubierta, con plancha celular de metacrilato de metilo incoloro, de 16 mm de espesor, perfilaría de aluminio universal con gomas de neopreno para cierres.

#### a) Cálculo de la transmitancia térmica $U_L$

Parte semitransparente	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
Horizontal/DC Doble 4-15-6 (LIDER)	2,70	$\leq 3,5$ (Umax)
Marco de la ventana	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> K)	
Horizontal/Metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm (LIDER)	4,50	$\leq 3,5$ (Umax)
<b>FM Fracción hueco ocupado por el Marco (%)</b>	8,00 %	

Tabla 38. Transmitancia térmica de lucernario

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

**Transmitancia del hueco  $U_H$  (W/m<sup>2</sup>K) : 3,50**

#### b) Cálculo del factor solar modificado $F_L$

Factor solar de la parte semitransparente	$g_L$	0,75
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	FM	0,08
Transmitancia térmica del marco	$U_m$	4,50
Absortividad del marco. Color:	Blanco claro $\alpha$	0,20

Tabla 39. Factor solar modificado de lucernario

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

**Factor de sombra para obstáculos de fachada  $F_S$  / Dispositivo de sombra:**

El factor de sombra para el lucernario sería:

$$X: 0,60; \quad Y: 1,20; \quad Z: 0,17$$

$$X/Z: 0,24; \quad Y/Z: 0,48$$

**Factor de sombra  $F_S$  : 0,46**

**Factor solar modificado del hueco  $F_H$  : 0,38**

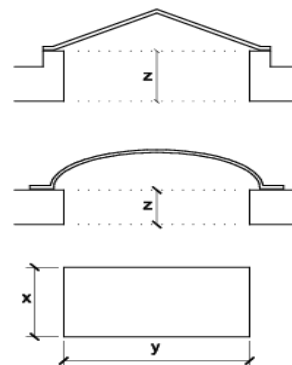


Figura 59. Factor sombra lucernario



Y para concluir, se añade un resumen de la transmitancia y del factor solar modificado de los huecos y lucernarios:

Huecos y Lucernarios	Transmitancia térmica	Factor solar modificado
Hueco tipo 1	3,10	0,43
Hueco tipo 2	3,05	0,48
Hueco tipo 3	3,27	0,33
Hueco tipo 4	3,20	0,39
Hueco tipo 5	3,00	0,54
Hueco tipo 6	3,00	0,56
Hueco tipo 7	3,17	0,46
Hueco tipo 8	3,10	0,46
Hueco tipo 9	3,23	0,46
Lucernario tipo 1	3,50	0,38

Tabla 40. Tabla resumen de huecos y lucernarios

Se resume la **demanda energética** de los valores obtenidos en proyecto y la solución adoptada en cada caso y siempre cumpliendo con la Normativa:

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	PROYECTO	CTE	SOLUCIÓN
CUBIERTA $C_1$	<b>0,59</b>	<b>0,49</b>	<b>0,46</b>
CUBIERTA $C_2$	0,42	<b>0,86</b>	<b>0,35</b>
FACHADA $M_1$	0,50	<b>0,86</b>	<b>0,63</b>
FACHADA $M_2$	<b>1,60</b>	<b>0,86</b>	<b>0,81</b>
SUELO $S_{2,1}$	0,72	<b>0,86</b>	<b>0,53</b>
SUELO $S_{2,2}$	<b>0,98</b>	<b>0,86</b>	<b>0,42</b>
VIDRIO H y L	3,40	<b>3,50</b>	<b>2,60</b>

### Transmitancia térmica máxima $U_{max}$

MARCOS H y L	4,50	3,50	3,50
--------------	------	------	------

Tabla 41. Comparativa de los valores de transmitancia máxima

En la gráfica anterior, se muestran los valores en rojo, los cuáles no cumplen con la Normativa (CTE), y la solución dada o valores en verde, que estarían por debajo de la misma, por lo tanto cumplirían.

### Transmitancia de los valores característicos medios Ulim

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	PROYECTO	CTE	SOLUCIÓN
FACHADA	0,50	0,66	0,63
SUELO	0,83	0,49	0,48
CUBIERTA	0,44	0,38	0,36
HUECOS ESTE	3,06	2,6	2,30
HUECOS OESTE	3,09	2,6	2,36
LUCERNARIOS	0,30	0,28	0,28

Tabla 42. Comparativa de los valores límite de los parámetros característicos medios

En la tabla anterior, se puede observar que solamente estaríamos cumpliendo con la Normativa (CTE), en el caso de las fachadas, por lo que se han dado las soluciones mínimas de cumplimiento.

### 3.6 Cálculo de las condensaciones

Las condensaciones se producen en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio.

El análisis de las condensaciones se ha realizado de acuerdo con el **Apéndice D del DB HE1**. Se ha utilizado una hoja de cálculo mediante la cual se han obtenido los resultados necesarios.

También se han comprobado dichas condensaciones con el **programa “eCondensa”** para comparar así los valores a través de ambos métodos. Este programa, se encarga del análisis de las condensaciones conforme al CTE.

#### Las condiciones exteriores:

Se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad donde se ubique el edificio.

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Albacete	Tmed	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3
	HRmed	78	70	62	60	54	50	44	50	58	70	77	79

Tabla 43. Cálculo de Tmed y la Hrmed (Tabla G.2 del DB HE1)

**HRmed:** Humedad relativa media 78%

**Tmed:** Temperatura media 5°C

Como la localidad de Valdeganga no difiere de 100 metros con la capital, la temperatura exterior media será la misma que la de Albacete.

#### Las condiciones interiores:

Se tomará una temperatura del ambiente interior y una humedad relativa del ambiente interior en función de la clase de higrometría del espacio correspondiente a clase 3 o inferior.

**T interior:** Temperatura del ambiente interior 20°C

**HR Interior:** Humedad relativa del ambiente interior 55%

CLASIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DEL EDIFICIO			
Condiciones interiores del edificio:	HR Interior (Clase higrometría)	55	%
	T Interior	20	°C
Datos climáticos de enero (Tabla G.1):	T Exterior media, Capital ( $\theta_{ec}$ )	5	°C
	T Exterior media, Localidad ( $\theta_{el}$ )	5	°C
	HR Exterior media, Capital ( $\phi_e$ )	78	%

Tabla 44. Clasificación de las condiciones interiores y exteriores del edificio. (DB-HE1)

### A) Cálculo de las condensaciones superficiales

Las condensaciones superficiales se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o que sean susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

Para que no se produzcan condensaciones superficiales en los cerramientos y en los puentes térmicos se debe comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior  $f_{Rsi}$  es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{Rsi,min}$  para las condensaciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero.

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,min}$$

#### Parámetros de condensaciones superficiales:

- $f_{Rsi}$  factor de temperatura de la superficie interior.
- $f_{Rsi,min}$  factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

#### Parámetros de cálculo:

- El factor  $f_{Rsi}$ , se obtiene de la siguiente expresión:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$$

- El factor  $f_{Rsi,min}$  se podrá obtener a partir de la tabla 3.2 del DB HE1, en función del tipo de espacio y la zona climática donde se encuentra el edificio, según la siguiente tabla:

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

Tabla 45. Cálculo del  $f_{Rsi,min}$  (Tabla 3.2 del DB HE1)

Están exentas de la comprobación aquellas particiones interiores que estén en contacto con espacios no habitables donde se prevea escasa producción de vapor de agua, así como los cerramientos en contacto con el terreno.

## B) Cálculo de las condensaciones intersticiales

Las condensaciones intersticiales se limitarán para que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de la vida útil del edificio. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero, es decir, se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

En el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en una capa distinta a la del aislamiento, se deberá comprobar que la cantidad de agua condensada en cada periodo anual no sea superior a la cantidad de agua evaporada posible en el mismo periodo.

Si es necesaria la colocación de una barrera de vapor, ésta se colocará en la cara caliente del cerramiento y se controlará que durante su ejecución no se produzcan roturas o deterioros de la misma.

### Parámetros de condensaciones intersticiales:

- **T** temperatura en las capas del cerramiento, en grados centígrados (°C)
- **Psat** Presión de vapor de saturación, en pascales (Pa)
- **Pvapor** Presión de vapor, en pascales (Pa)
- $\mu_n$  Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua en cada capa.
- **S<sub>dn</sub>**

### Parámetros de cálculo:

#### 1. La distribución de las temperaturas

$\Theta_{si}$  temperatura superficial interior

$\Theta_{se}$  temperatura superficial exterior

$\Theta_n$  temperatura en cada una de las capas

#### 2. La distribución de las presiones de vapor:

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

$$P_2 = P_1 + S_{d2} / \sum S_{dn} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_n = P_{n-1} + S_{d(n-1)} / \sum S_{dn} \cdot (P_i - P_e)$$

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

- $\mu_n$ : **factor de resistencia a la difusión del vapor de agua en cada capa.**
- $e_n$ : **espesor de la capa n**, en m.

### 3. El cálculo de la **presión de saturación de vapor**

- a) Como la temperatura mínima en enero, es de 5°C, es decir, es mayor a 0°C se utiliza la siguiente expresión:

$$P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \Theta}{237,3 + \Theta}}$$

$$\Theta = 5^\circ\text{C}$$

- b) El cálculo de la **humedad relativa interior**, se obtiene por:

$$\Theta_i = 100 \cdot P_i / P_{sat} (\Theta_i)$$

Estarán exentos de la comprobación aquellos cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento.

Las condensaciones, se han calculado en aquellas partes del edificio que son susceptibles de que se produzcan, como son los elementos en contacto con el aire exterior, puentes térmicos, etc. Se ha obviado este procedimiento en el caso de elementos en contacto con espacios no habitables en los cuales no existe apenas producción de vapor de agua, así como los cerramientos en contacto con el terreno.

Se ha realizado el estudio de los cerramientos y particiones interiores, determinando en cada caso si es admisible la solución adoptada en proyecto.

En caso de que los elementos no cumplan, es decir, la presión de vapor sea superior a la presión de vapor de saturación en cada capa, y exista riesgo de condensaciones, se debe disponer de una barrera contra el paso del vapor de agua en la parte caliente del cerramiento (según el apartado 3.2.3.2 del DB HE-1).

Por lo tanto, según nuestros elementos de proyecto, calcularemos las condensaciones en:

- **Cubierta C<sub>1</sub>**: Cubierta en contacto con el aire exterior.
- **Fachada M<sub>1</sub>**: Muro en contacto con el aire exterior.

### 3.6.1 Cubierta C<sub>1</sub>

#### A) Según el Apéndice D del DB HE1 del CTE

En primer lugar, estudiamos las condensaciones en todas las capas que componen el elemento constructivo mediante una hoja de cálculo según el CTE y obtenemos los siguientes resultados:

DEFINICIÓN DE CAPAS	CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
	T °C	P <sub>sat</sub> Pa	μ	S <sub>dn</sub>	P <sub>vapor</sub> Pa
<b>EXTERIOR</b>	5,00	871,86			680,05
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR R<sub>se</sub></b>	5,36	893,85			
Plaqueta o baldosa cerámica (LIDER)	5,45	899,43	30	0,3	680,34
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)	5,52	904,10	10	0,15	680,49
XPS Expandido con dióxido de carbono CO4 (0,042 W/mK) (LIDER)	14,03	1600,87	100	4	684,33
Betún fieltro o lámina (LIDER)	14,50	1649,93	50000	600	1.261,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)	14,60	1660,55	10	0,2	1.261,24
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] (LIDER)	16,77	1909,19	10	1	1.262,20
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón. Canto 300 mm (LIDER)	18,66	2149,98	80	24	1.285,27
Yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	19,11	2210,79	4	0,06	1.285,32
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR R<sub>si</sub></b>	20,00	2.336,95	Σ=	629,71	
<b>INTERIOR</b>	20,00	2.336,95			1.285,32

Tabla 46. Cálculo de las condensaciones de la cubierta

#### Comprobación de las Condensaciones intersticiales

Las condensaciones intersticiales se calculan mediante la comparación de la presión de saturación y la presión de vapor en dicho elemento constructivo:

$$P_{sat} \geq P_{vapor}$$

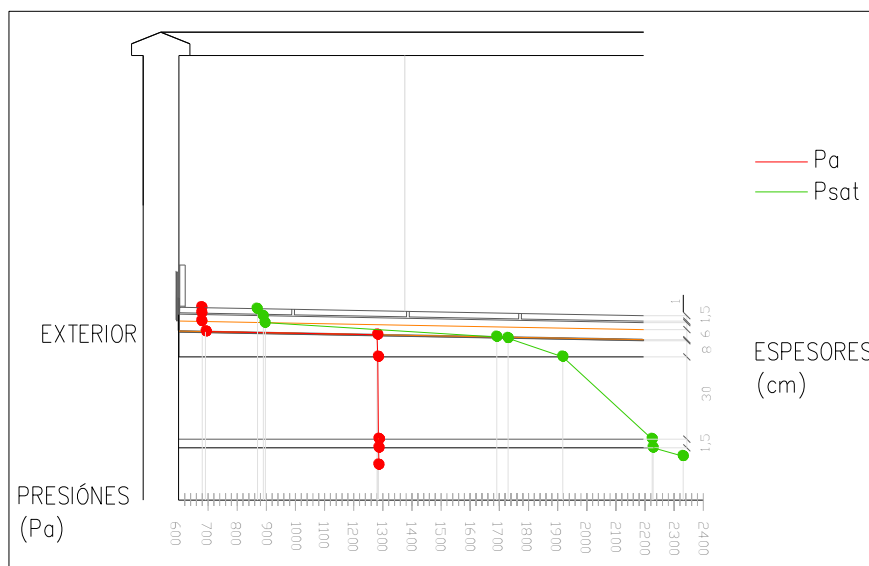


Figura 60. Distribución de las presiones

**Conclusiones:**

- La línea verde perteneciente a la presión de saturación no llega a cruzarse con la línea roja de presión de vapor.
- El salto de temperatura más pronunciado de encuentra en la capa del aislamiento, por ello, se pone de manifiesto la importancia de la utilización de los mismos.
- El salto de presión de saturación más pronunciado se encuentra en la capa correspondiente al aislamiento y el salto de presión de vapor en el betún o fieltro.

**Comprobación de las Condensaciones superficiales**

A continuación, y observando la tabla X. y la figuraXX . anteriores, se calculan las condensaciones superficiales, comparando el factor de temperatura de la superficie interior y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo, mediante la siguiente expresión:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,min}$$

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25; 1 - (0,60 \cdot 0,25) = 0,85$$

$$0,85 \geq f_{Rsi,min} 0,61 \text{ (Tabla 3.2 del DB HE1)}$$

**SOLUCIÓN ADMISIBLE****Conclusiones:**

- Como el factor de temperatura de la superficie interior  $f_{Rsi}$  de 0,85 es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{Rsi,min}$ , de 0,61, deducimos entonces que no se producen condensaciones superficiales.

**B) Mediante el programa “eCondensa”**

Se han comprobado las condensaciones en todos los meses para ver que no condense en ninguno, además se muestra la tabla de comprobación en el mes de enero, que representa la situación mas desfavorable, con 5°C de temperatura media:

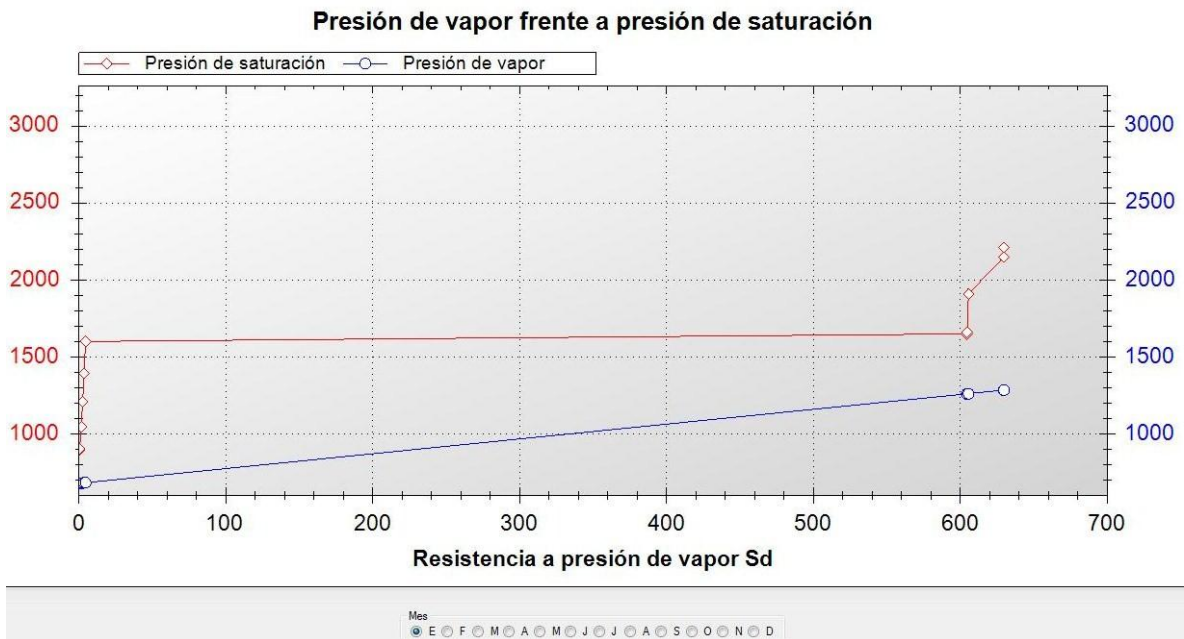
Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Condens.Acum.
Plaqueta o baldosa cerámica	1	1	30	0,01	100	680,343	899,444	0
Mortero de cemento o cal para albañi...	1,5	1,8	10	0,008333	120	680,487	904,114	0
XPS Expandido con dióxido de carbo...	4	0,042	100	0,952381	1,050	684,331	1601,417	0
Betún fieltro o lámina	1,2	0,23	50000	0,052174	19,16666	1261,016	1650,52	0
Mortero de cemento o cal para albañi...	2	1,8	10	0,011111	90,0	1261,208	1661,146	0
Mortero de áridos ligeros [vermiculita...	10	0,41	10	0,243902	4,10	1262,169	1910,019	0
FU entrevigado de hormigón -Canto...	30	1,4285	80	0,21	4,761905	1285,237	2149,871	0
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 9...	1,5	0,3	6	0,05	20	1285,323	2210,719	0

5  
2078  
55**CUMPLE**



Text (°C):	Hrel.ext (%):	Enero	fRsi =	0,851
Tint (°C):	Hrel.int (%):		fRsi,min =	0,6057
Mes				
<input checked="" type="radio"/> E <input type="radio"/> F <input type="radio"/> M <input type="radio"/> A <input type="radio"/> M <input type="radio"/> J <input type="radio"/> J <input type="radio"/> A <input type="radio"/> S <input type="radio"/> O <input type="radio"/> N <input type="radio"/> D				

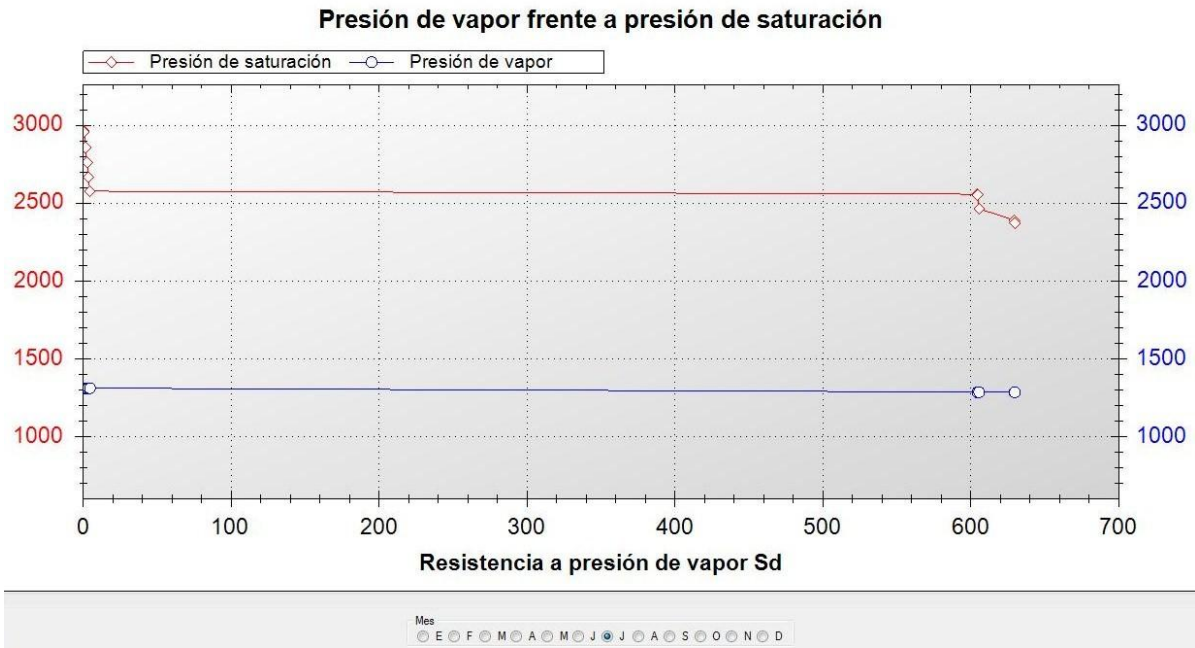
Tabla 47. Cálculo de las condensaciones de la cubierta en enero, con "eCondensa"



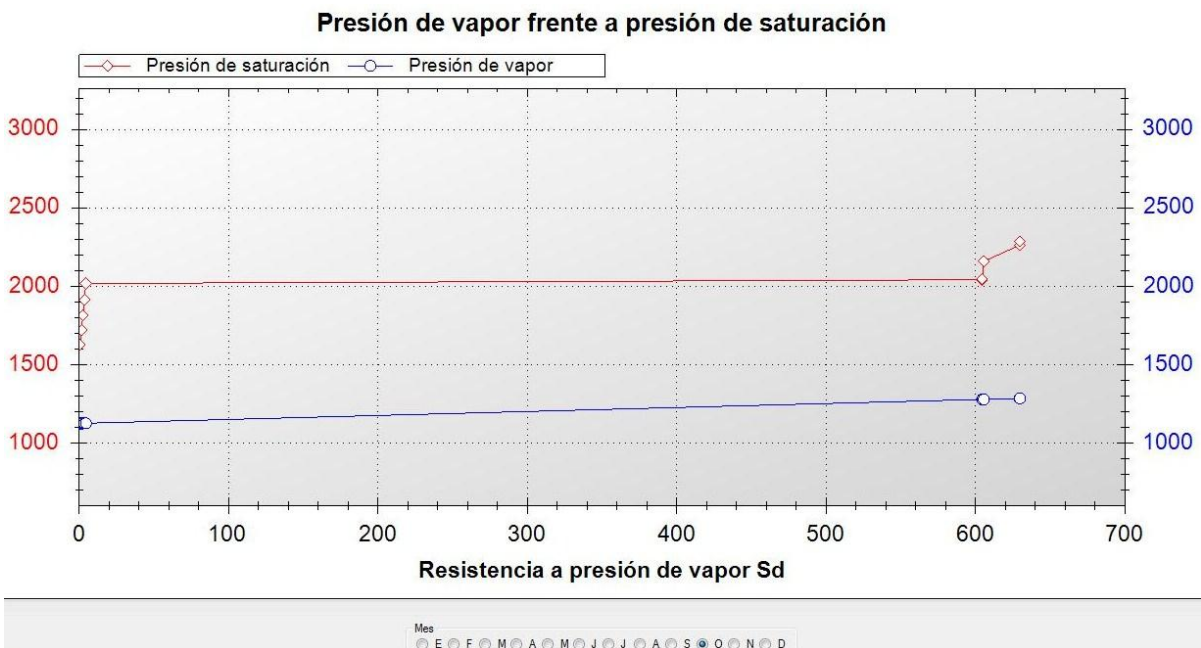
Gráfica 1. Distribución de las presiones de cubierta en enero

- Se comprueba en el mes de enero, el que la temperatura media es de 5°C, por lo que si no condensa en dicho mes, al ser éste el mas restrictivo, no condensará en los demás.
- Se puede observar que las presiones de saturación son superiores a las presiones de vapor, por lo que no se producen condensaciones intersticiales.
- El factor de temperatura de la superficie interior  $f_{Rsi}$  de 0,85, superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{Rsi,min}$ , de 0,61, por lo que, no se producen condensaciones superficiales.

A continuación, se muestra la comprobación de las condensaciones en el mes de julio, en la que su temperatura media alcanza el máximo valor en dicho mes de 24 °C y en octubre con 14,1 °C de temperatura media.



Gráfica 2. Distribución de las presiones de cubierta en julio



Gráfica 3. Distribución de las presiones de cubierta en octubre

- Se puede observar que las presiones de saturación son superiores a las presiones de vapor, por lo que no se producen condensaciones intersticiales.
- Vemos que ambas líneas permanecen horizontales y casi constantes a lo largo de todas las capas.

La correspondiente tabla de cálculo de condensaciones, se encuentra en el ANEXO 2: Datos. (D.2. Cálculo de las condensaciones de la cubierta en distintos meses.).

3.6.2 Fachada M<sub>1</sub>

## A) Según el Apéndice D del DB HE1 del CTE

DEFINICIÓN DE CAPAS	CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
	T °C	P <sub>sat</sub> Pa	μ	S <sub>dn</sub>	P <sub>vapor</sub> Pa
<b>EXTERIOR</b>	5	871,86			680,05
<b>R<sub>se</sub></b>	5,30	890,16			
Mortero monocapa	5,41	897,11	10	0,15	706,68
LM 1/2 pie Ladrillo métrico o catalán catalán 40 mm<G <50 mm (LIDER)	6,16	945,12	10	1	884,18
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (LIDER)	6,22	949,18	10	0,15	910,80
<b>CON CÁMARA</b>	7,56	1.040,79	1	0,05	919,68
EPS Poliestireno Expandido (LIDER)	17,28	1971,26	20	1,2	1.132,67
LH Tabicón Ladrillo hueco doble (60 mm< E< 90 mm) (LIDER)	18,66	2149,90	10	0,8	1.274,67
Enlucido de yeso blanco, alta dureza (LIDER)	19,03	2200,49	4	0,06	1.285,32
<b>R<sub>si</sub></b>	20,00	2.336,95	Σ=	3,41	
<b>INTERIOR</b>	20,00	2.336,95			1.285,32

Tabla 48. Cálculo de las condensaciones de la fachada

## Comprobación de las Condensaciones intersticiales

$$P_{sat} \geq P_{vapor}$$

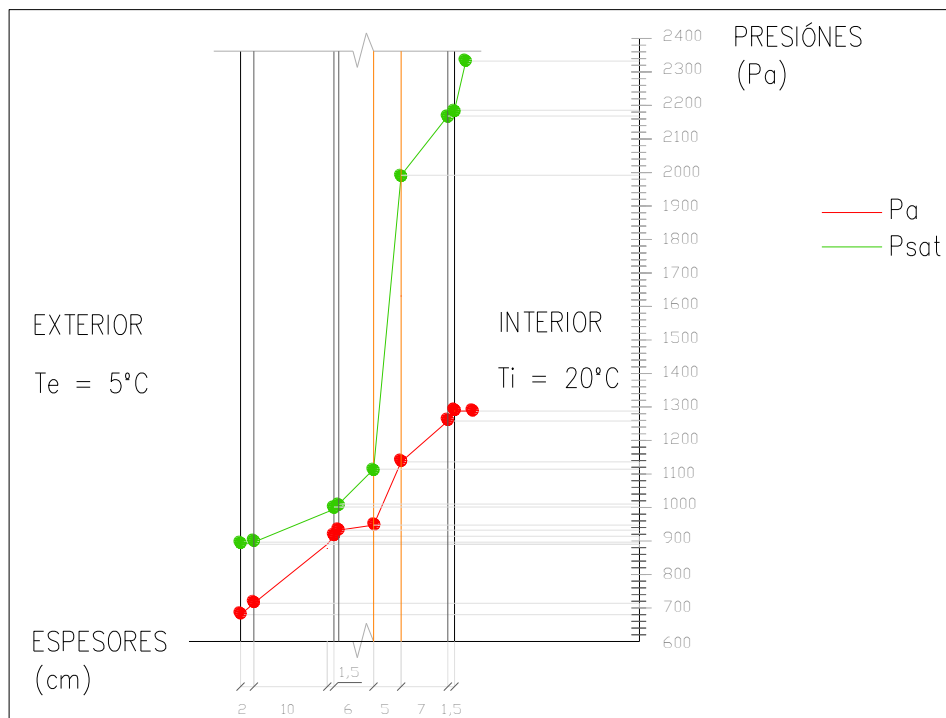


Figura 61. Distribución de las presiones en la fachada

**Conclusiones:**

- La línea verde perteneciente a la presión de saturación no llega a cruzarse con la línea roja de presión de vapor.
- El mayor aumento de la presión tanto de vapor como de vapor de saturación se produce en la capa del aislamiento.
- La capa de aislamiento, es también en la que la temperatura experimenta un mayor salto.
- Las líneas parece que se unen en un punto, concretamente situado en la capa del mortero de cemento, aunque no llegan a juntarse.

**Comprobación de las Condensaciones superficiales**

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25 \geq f_{Rsi,min}$$

$$0,88 \geq f_{Rsi,min} \geq 0,61 \text{ (Tabla 3.2 del DB HE1)}$$

**SOLUCIÓN ADMISIBLE****Conclusiones:**

- Como el factor de temperatura de la superficie interior  $f_{Rsi}$  es de 0,87, por lo que sería superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{Rsi,min}$ , de 0,61, por lo tanto, no se producen condensaciones superficiales.

**B. Mediante el programa “eCondensa”**

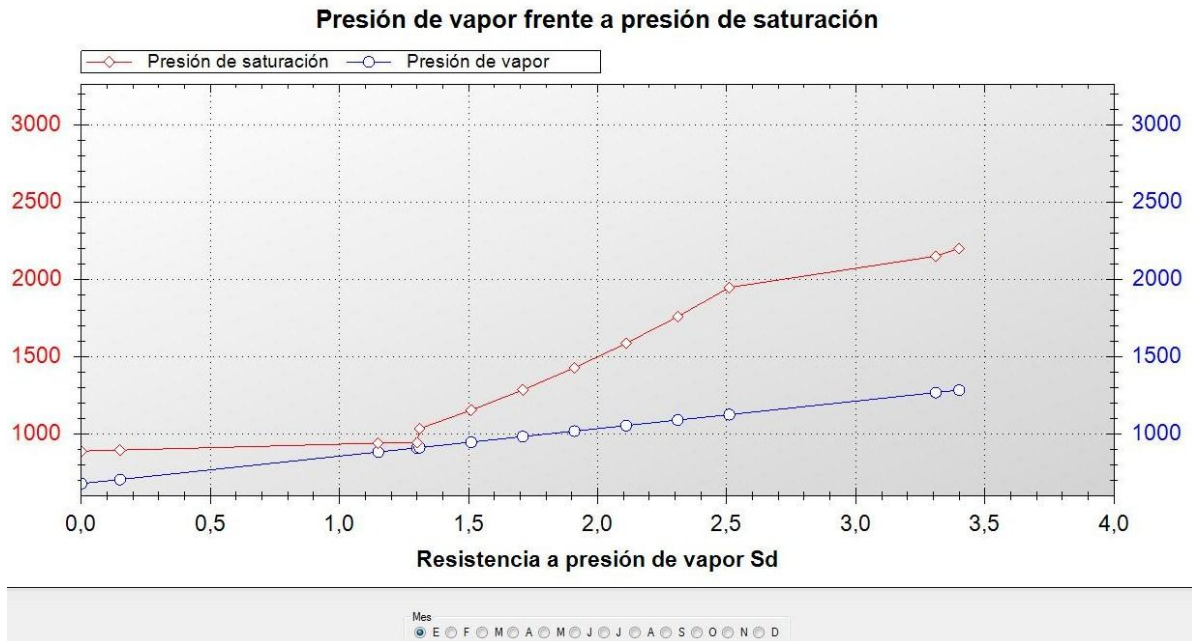
Se realiza el estudio mediante el programa “eCondensa”, en todos los meses para comprobar que no condense en ninguno, además se muestra la tabla de comprobación en el mes de enero, que corresponde al mes mas desfavorable:

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Condens.Acum.
Mortero de cemento o cal para albañi...	1,5	1	10	0,015	66,66666	706,757	896,821	0
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm<...	10	1,0416	10	0,096	10,41666	884,778	941,893	0
Mortero de cemento o cal para albañi...	1,5	1,8	10	0,008333	120	911,481	945,898	0
Cámara de aire sin ventilar vertical 5...	5	0,2777	1	0,18	5,555556	913,261	1036,151	0
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046...	6	0,046	20	1,304348	0,766667	1126,885	1949,399	0
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 9...	8	0,375	10	0,213333	4,6875	1269,301	2151,955	0
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 9...	1,5	0,3	6	0,05	20	1285,323	2202,01	0

5  
2078  
55**CUMPLE**

Text (°C):	Hrel.ext (%):	Enero	fRsi = 0,8773
Tint (°C):	Hrel.int (%):		fRsi,min = 0,6057
Mes			
<input checked="" type="radio"/> E <input type="radio"/> F <input type="radio"/> M <input type="radio"/> A <input type="radio"/> M <input type="radio"/> J <input type="radio"/> J <input type="radio"/> A <input type="radio"/> S <input type="radio"/> O <input type="radio"/> N <input type="radio"/> D			

Tabla 49. Cálculo de las condensaciones de la fachada en enero con "eCondensa"

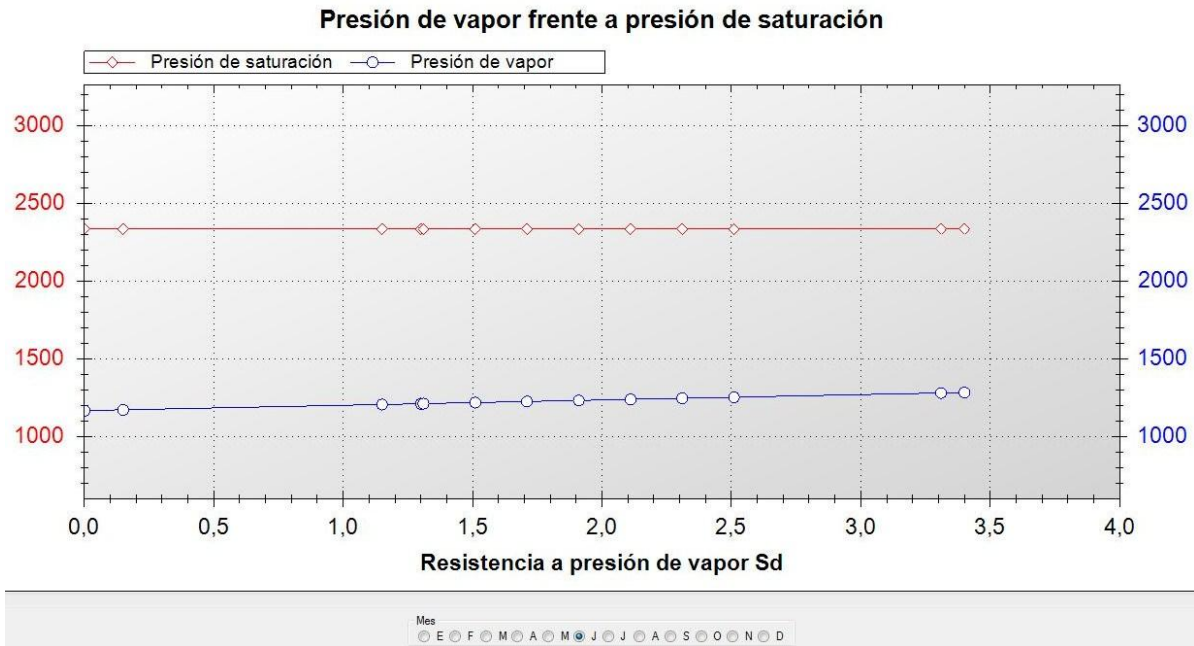


Gráfica 4. Distribución de las presiones de la fachada en enero

- Al no condensar en dicho mes, en el que tiene su temperatura más baja de 5°C, se deduce, que no condensa en los demás.
- Se puede observar que las presiones están muy próximas pero no llegan a cruzarse, por lo que no se producen condensaciones intersticiales.
- A partir del punto mas cercano, observamos que las líneas se van alejando la una de la otra, siendo en todo caso la mayor la correspondiente a la presión de saturación.

Comprobamos ahora, las condensaciones en el mes de junio en el que la temperatura media es de 20°C:

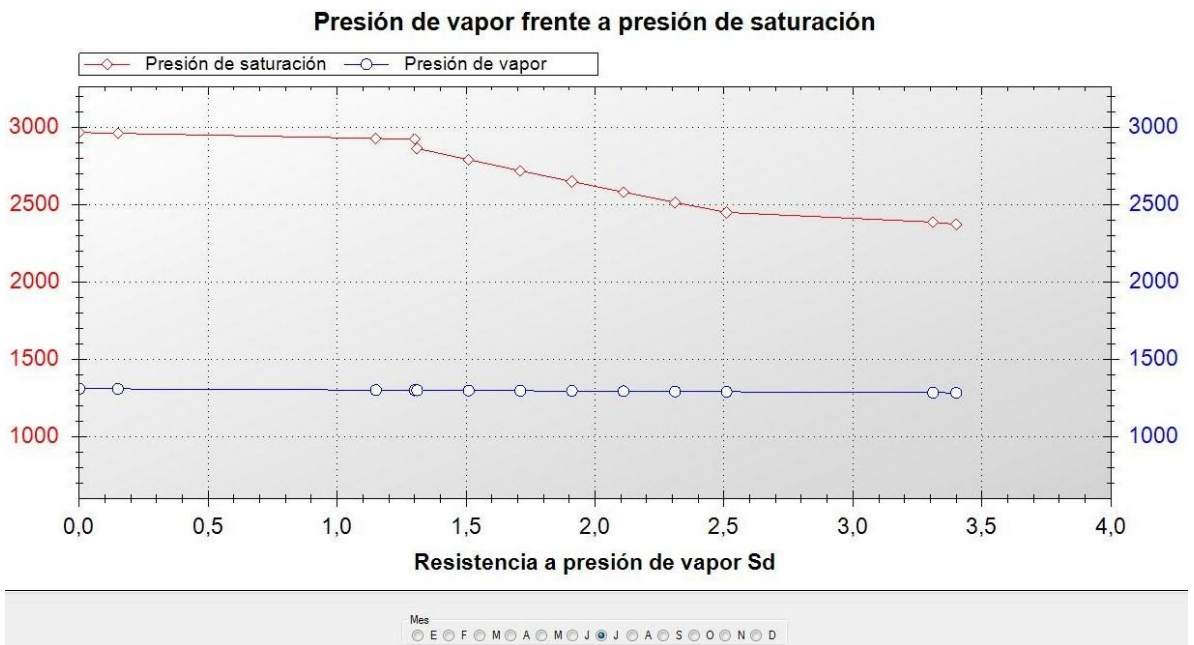
La correspondiente tabla de cálculo de condensaciones, se encuentra en el ANEXO 2: Datos. (D.3. Cálculo de las condensaciones de la fachada en distintos meses.).



Gráfica 5. Distribución de las presiones de la fachada en junio

- Ambas líneas, permanecen constantes en todas sus capas.
- Se puede observar que las presiones de saturación correspondientes a cada una de las capas son superiores a las presiones de vapor, por lo que no es necesaria la colocación de barrera de vapor y por consiguiente, no se producen condensaciones intersticiales.

Puede verse, que la comprobación de las condensaciones en el mes de julio, que es el mes con la temperatura media más alta, de 24 °C, es la siguiente:



Gráfica 6. Distribución de las presiones de la fachada en julio

- Se puede observar que las presiones de saturación correspondientes a cada una de las capas son superiores a las presiones de vapor, por lo que no es necesaria la colocación de barrera de vapor y por consiguiente, no se producen condensaciones intersticiales.

### 3.7 Permeabilidad al aire

La permeabilidad al aire es la propiedad que presentan las carpinterías de los huecos de dejar pasar el aire en posición cerrada, cuando se encuentra sometido a una presión diferencial.

Es característica de las carpinterías de las ventanas, las puertas y los lucernarios de los cerramientos, limitada por los espacios habitables con el ambiente exterior.

Las carpinterías de los huecos son el punto débil de los cerramientos, es decir, los elementos del edificio por los que se pierde el calor o el frío, según la época del año y el tipo de climatización.

Se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, es decir, según su zona climática y se expresa en m<sup>3</sup>/h.

En nuestro caso por encontrarnos en una zona climática D3, por lo que la permeabilidad será de **27 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>**.

Este valor es el medio establecido, pero la permeabilidad viene garantizada por el fabricante y luego es realizada en obra por el montador por lo que el valor puede variar, por ello, se debería justificar que cumple dicho valor mediante un ensayo correspondiente del laboratorio acreditado.

Hay que tener en cuenta las medidas de la ventana, ya que cuánto más pequeña sea ésta, mejor resultados dará, la cantidad y separación de los puntos de cierre también harán variar este parámetro, pues cuantos más puntos de cierre existan en ella y menos separados estén, menos permeable será.

Según el control de la ejecución de la obra, se comprobará que la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, se realice de tal manera que quede garantizada la estanqueidad a la permeabilidad al aire especificada según la zonificación climática que corresponda.

### 3.8 Puentes térmicos

Los puentes térmicos son aquellas partes de la envolvente del edificio en las que la resistencia térmica normalmente uniforme cambia debido a:

- Un cambio del espesor del cerramiento.
- Un cambio en los materiales empleados.
- Por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad térmica.
- Una diferencia entre áreas interiores y exteriores, tales como intersecciones de paredes, suelos o techos.

Al disminuir la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos, los puentes térmicos se convierten en las partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de:

- Producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.
- Incremento de pérdidas de calor.

Los puentes térmicos se deben calcular como cerramientos en contacto con el aire exterior, (apartado E.1.1 del CTE).

Son aplicables a aquellos elementos cuya superficie sea superior a 0,5 m<sup>2</sup> y estén integrados en la fachada.

En nuestro caso, los puentes térmicos serán estudiados con el **programa “Therm”**, un programa de cálculo en dos dimensiones en régimen estacionario por lo es especialmente útil para el cálculo de las características de los puentes térmicos de los edificios.

Conocidos una serie de parámetros como son la zona climática, y las resistencias térmicas superficiales exterior e interior de los cerramientos, los flujos de temperaturas se obtienen automáticamente y permite analizar el riesgo de formación de condensaciones.

Algunos cálculos que propone el programa y vamos a calcular para nuestro proyecto son:

- **a) Diagrama de isotermas:** Este cálculo, que el programa llama “Isotherms”, facilita los puntos que presentan la misma temperatura y estos, están representados mediante líneas.
- **b) Diagrama de temperaturas:** Este tipo de cálculo el programa lo llama “Color Infrared”, una simulación de las temperaturas mediante una escala de colores representada.
- **c) Diagrama de flujo de energía:** “Color Flux Magnitude”, que son los caminos preponderantes seguidos por el calor. Se muestran las zonas con igual flujo de energía.



Se parte de unas condiciones de temperaturas medias a lo largo del mes de enero, que es el mes más frío y por tanto, el más desfavorable.

Según los datos climáticos de la localidad (ya definidos en el apartado 3.6 o página 77).

Text: 5°C                      Rse: 0,04 m²K/W;    → 25 W/m²K (inversa en "Therm")  
Tint: 20°C                     Rsi: 0,13 m²K/W;    → 7,69 W/m²K (inversa en "Therm")

Para saber si en el puente térmico hay riesgo de formación de condensaciones superficiales, según el DB HE-1, se debe comprobar:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,min}$$

En la siguiente figura, se representa el esquema del cerramiento de la fachada principal de nuestro edificio, en el que aparecen los distintos puentes térmicos:

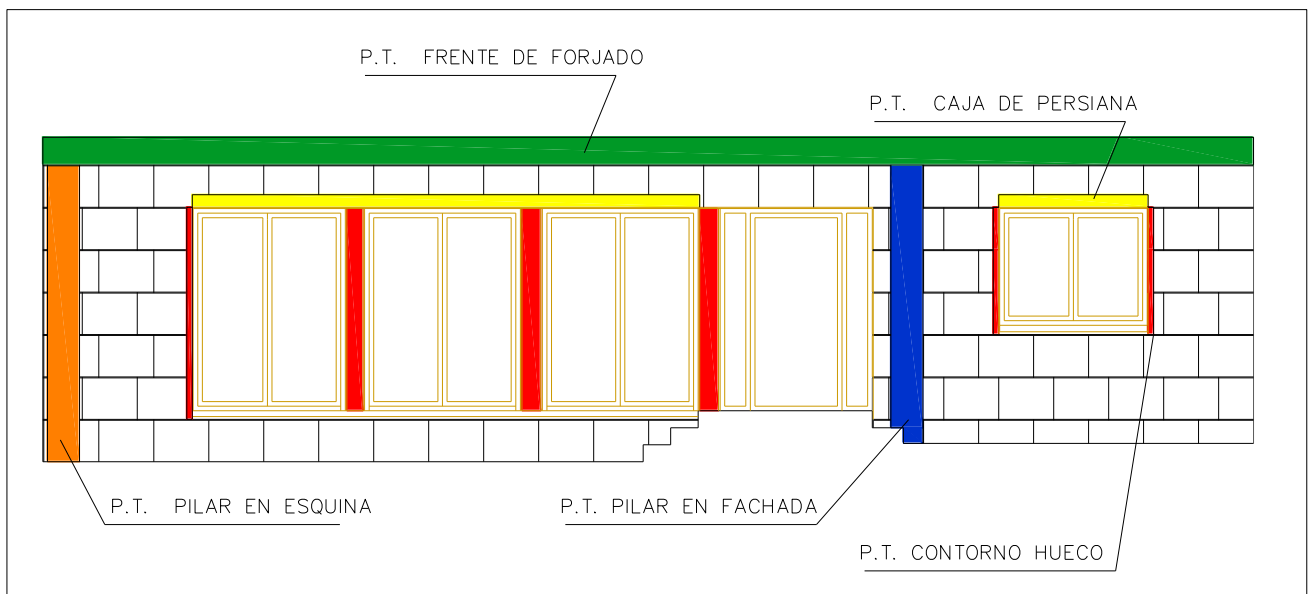


Figura 62. Puentes térmicos en fachada principal

Por tanto, y según la figura anterior, los distintos puentes térmicos presentes en nuestro proyecto son:

- Puente térmico de pilar en fachada
- Puente termico de frente de forjado
- Puente térmico de pilar en esquina
- Puente térmico de caja de persiana
- Puente térmico de contorno de hueco

## TIPOS DE PUENTES TÉRMICOS

### 3.8.1 Puente térmico de pilar en fachada

#### A) Solución constructiva y modelización

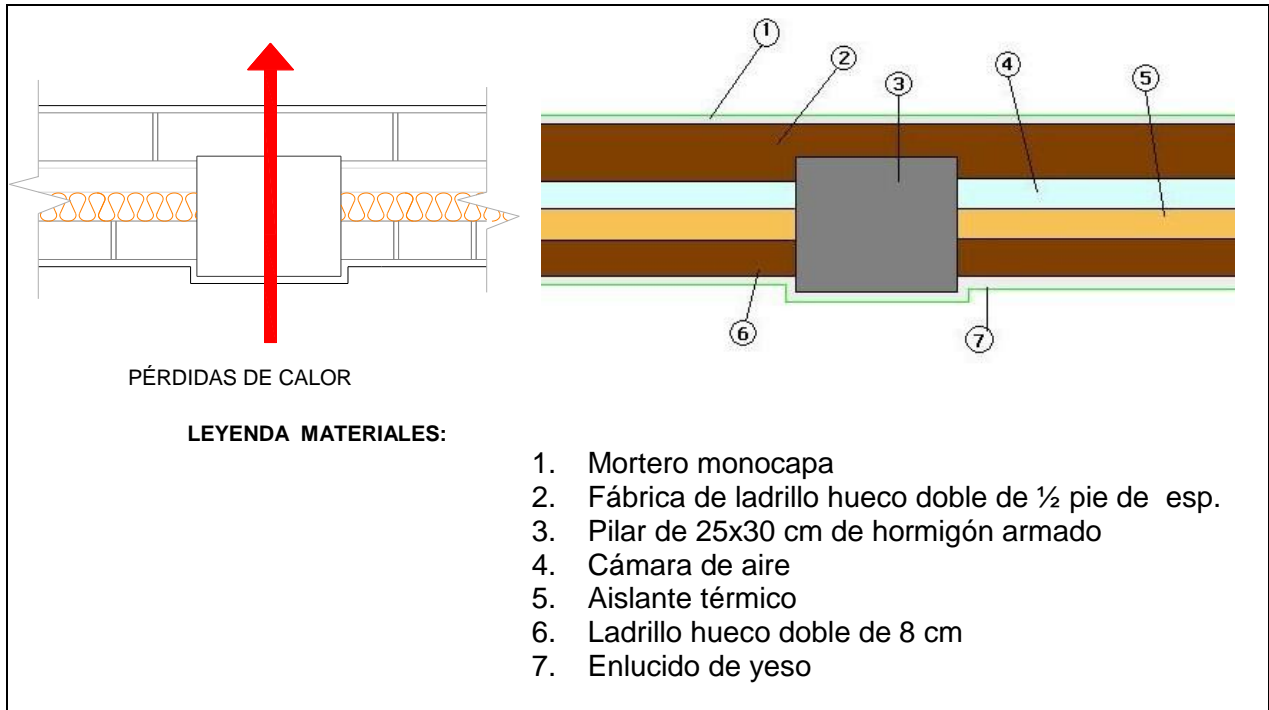


Figura 63. Puente térmico pilar de fachada

#### B) Estudio del puente termico con “Therm”

##### a) Diagrama de isotermas.

A continuación se calculan las isotermas, que son los puntos que tienen igual temperatura:

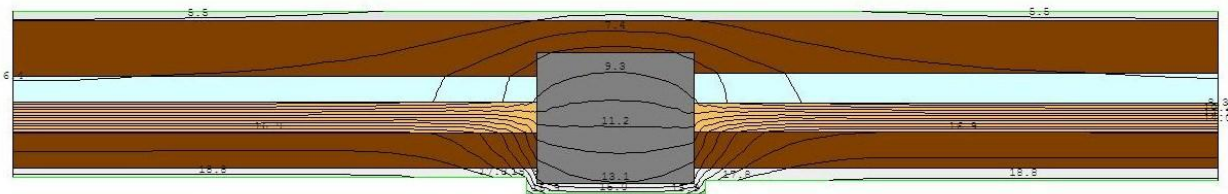


Figura 64. Isotermas

Se calculan ahora los **caminos que siguen los flujos del calor**:

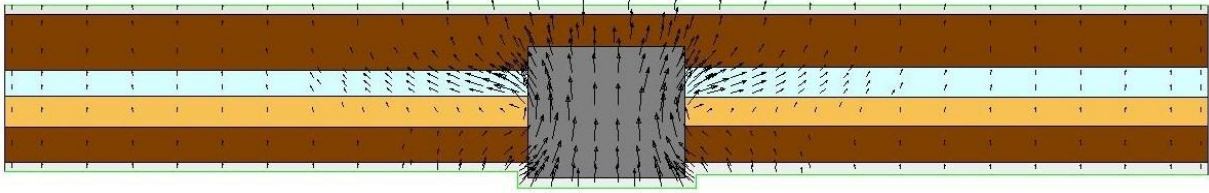


Figura 65. Distribución de flujos del calor

El calor pasa por el pilar, ya que es la zona más desfavorable, pues no posee colocación de aislamiento.

### b) Diagrama de temperaturas

A continuación se simulan las temperaturas de las capas que forman el puente térmico mediante una escala de colores:

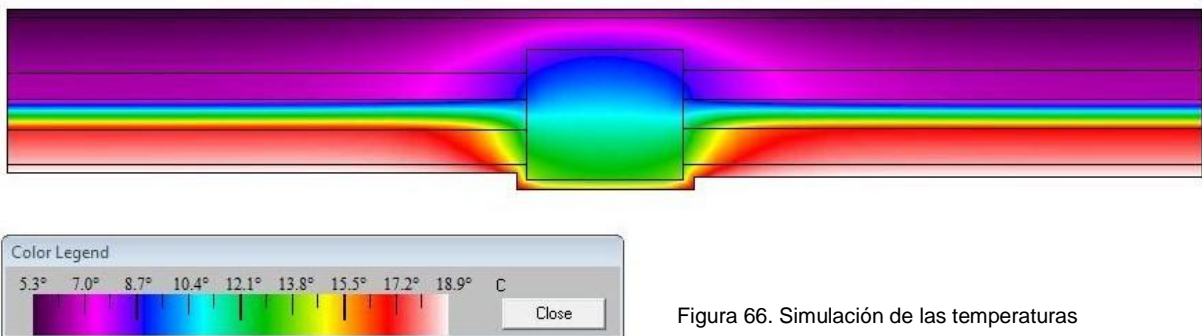


Figura 66. Simulación de las temperaturas

Se puede observar que en el cerramiento se produce un salto térmico importante en la zona del aislamiento.

### c) Diagrama de flujo de energía

Muestra cuáles son las partes que mayores pérdidas de energía ocasionan en el puente térmico.

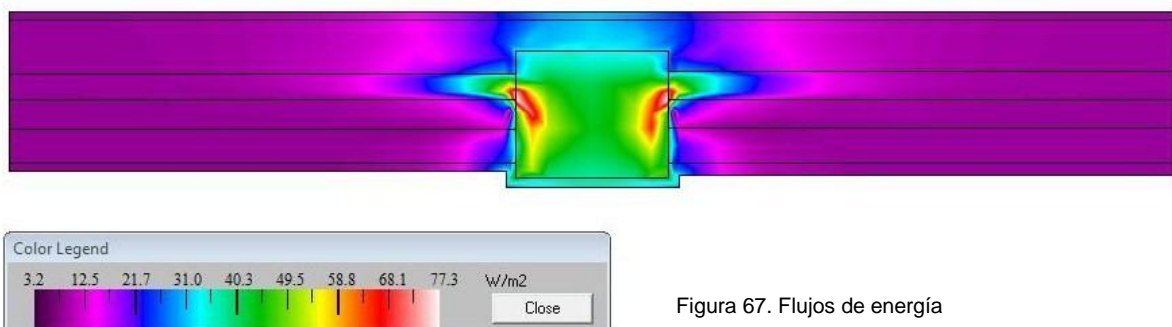


Figura 67. Flujos de energía

Como el pilar no se encuentra revestido por el tabique, ni por el aislamiento, esto hace que se produzcan pérdidas de calor importantes en el puente térmico.

Como se observa en el diagrama, las pérdidas son mayores en la zona con ausencia de aislamiento, también se manifiestan las pérdidas en la zona exterior del pilar, ya que se encuentra menos protegida

Por lo que se puede deducir que en dicha zona, es imprescindible proteger los pilares en contacto con el exterior, para evitar los puentes térmicos.

### C) Cálculos y limitaciones

Calculo de las temperaturas superficiales de las capas en cada punto:

- Máxima temperatura: 18,92 °C (presente en la capa interior, en el enlucido de yeso).
- Mínima temperatura: 5,34 °C (presente en la capa mas exterior, mortero monocapa).

**Factor de temperatura superficial mínimo:** es el más crítico

Para poder calcularlo, se identifica primeramente el punto de la superficie interior en el que la temperatura superficial alcanza el valor mínimo.

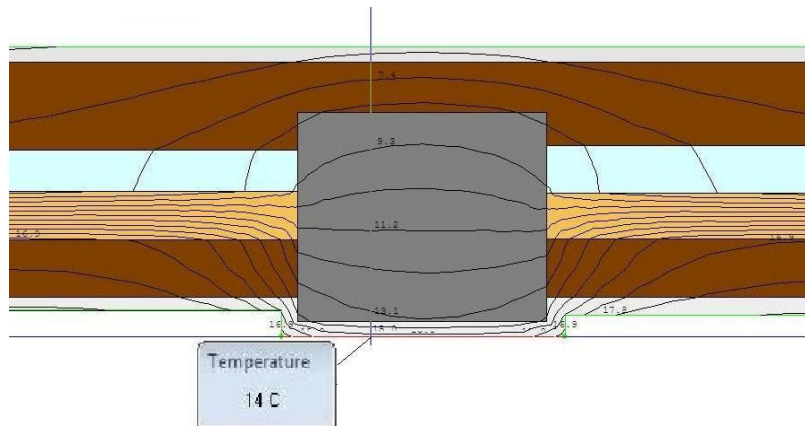


Figura 68. Temperatura de la superficie interior mínima

Vemos, que el punto de temperatura interior mínima, corresponde a  $T_{si} = 14^{\circ}\text{C}$ , por lo que una vez obtenida esta temperatura, se aplica la fórmula que define el factor de temperatura superficial:

$$f_{Rsi} = \frac{(T_e - T_{si})}{(T_e - T_i)} = \frac{(5 - 14)}{(5 - 20)} = 0,60$$

$$f_{Rsi} = 0,60 \geq f_{Rsi,min} \ 0,61 \quad \text{CONDENSA}$$

### Transmitancia térmica

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/ W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800 (LIDER)	0,015	1,000	0,02
LH Tabique Ladrillo hueco sencillo (40 mm< E< 60 mm) (LIDER)	0,040	0,445	0,09
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)	0,015	1,800	0,01
Hormigón armado 2300 d> 2500 (LIDER)	0,250	2,300	0,10
Yeso, dureza media 600< d< 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 50. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de pilar en fachada

**Resistencia térmica total:**  $RT= 0,48 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U= 1/ RT \text{ (W/m}^2\text{)}$   $2,26 \leq U_{max} = 0,86$  (CTE, DB HE1) **NO CUMPLE**

### D) Conclusiones

Este encuentro del pilar con la fachada, no es buena solución ya que las temperaturas interiores en la zona del pilar son muy bajas, pudiendo suponer condensaciones. Por lo tanto, esta solución no es recomendable.

**NUEVA SOLUCIÓN**

**A) Solución constructiva y modelización**

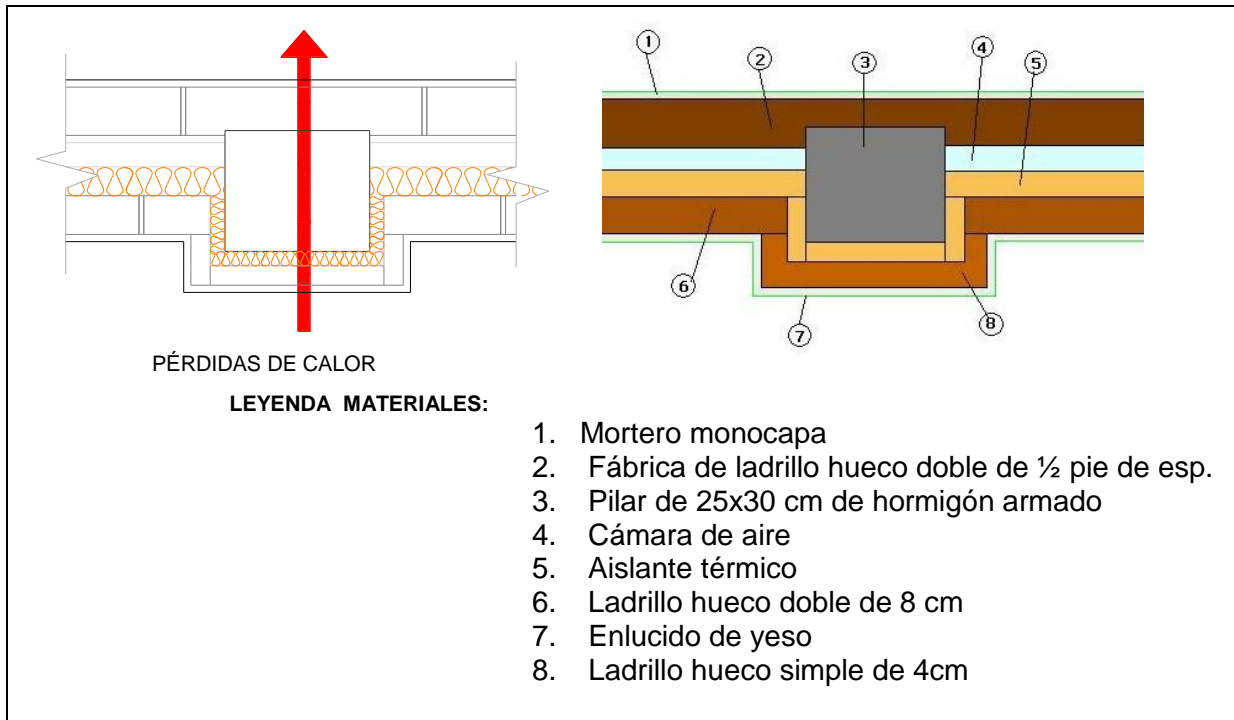


Figura 69. Nueva solución adoptada

Como solución, hacemos pasar el aislamiento y el tabique interior alrededor del pilar, tal y como se puede observar en la tabla anterior.

**B) Estudio del puente termico con “Therm”**

**a) Diagrama de isotermas**

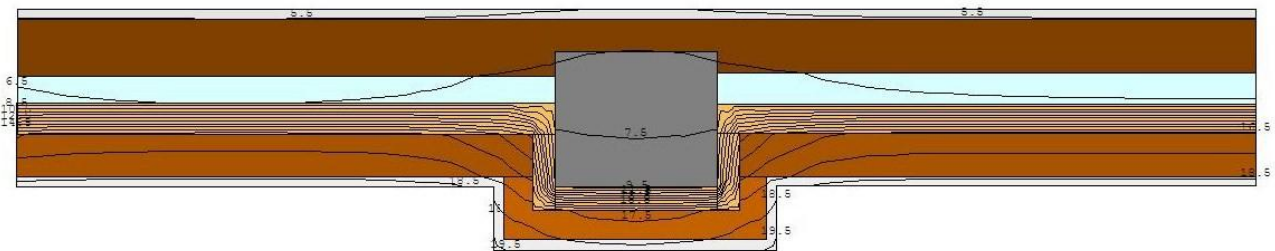


Figura 70. Isotermas

Se calculan ahora los **caminos que siguen los flujos del calor**:

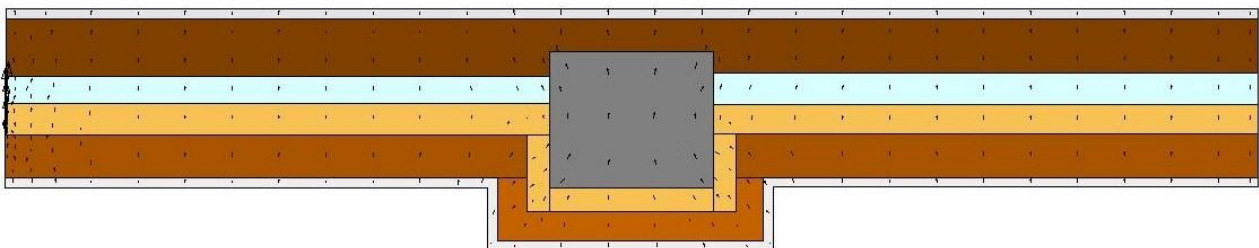


Figura 71. Distribución de flujos del calor

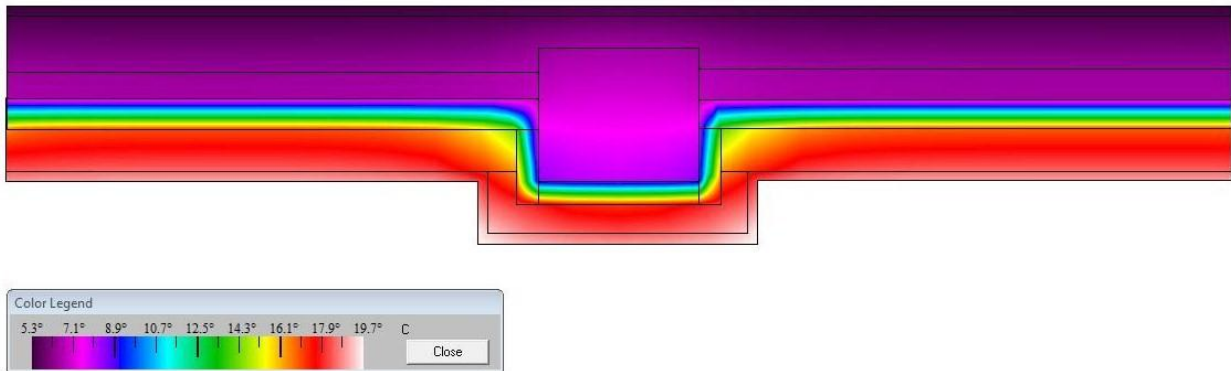
**b) Diagrama de temperaturas**

Figura 72. Simulación de las temperaturas

Se observa que donde se produce el mayor salto térmico de temperatura es en la capa del aislamiento.

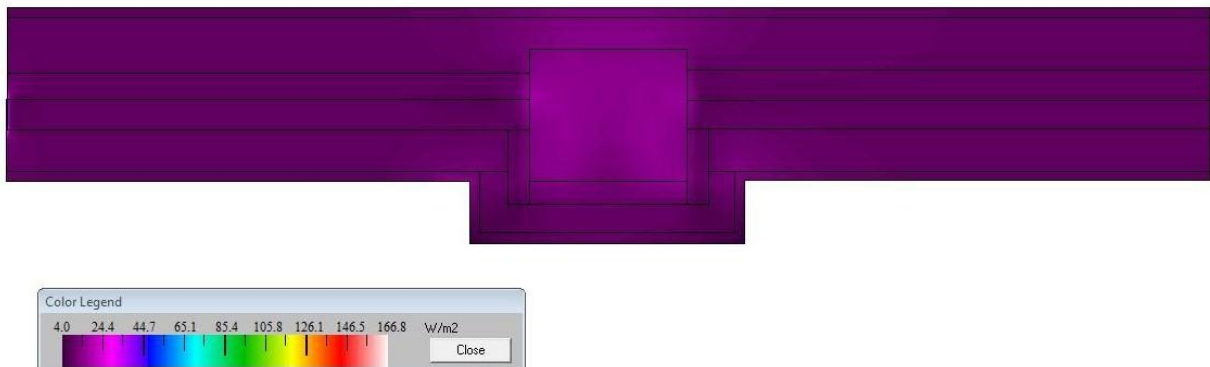
**c) Diagrama de flujo de energía**

Figura 73. Flujos de energía

Al estar el pilar revestido en toda su superficie con el aislante, las pérdidas de energía disminuyen totalmente, por lo tanto en este caso el efecto del puente térmico parece despreciable.

### C) Cálculos

$$f_{R_{si}} = (T_e - T_{si}) / (T_e - T_i) = (5 - 18,1) / (5 - 20) = 0,873$$

$$f_{R_{si}} = 0,873 \geq f_{R_{si, \min}} 0,61 \text{ (Tabla 3.2 del DB HE1) } \text{ NO CONDENSA}$$

El aislante a lo largo del pilar, reduce la temperatura en la cara interna de éste, ya que pasa de los 14°C de la anterior solución, a los 18,1°C, ahora presentes.

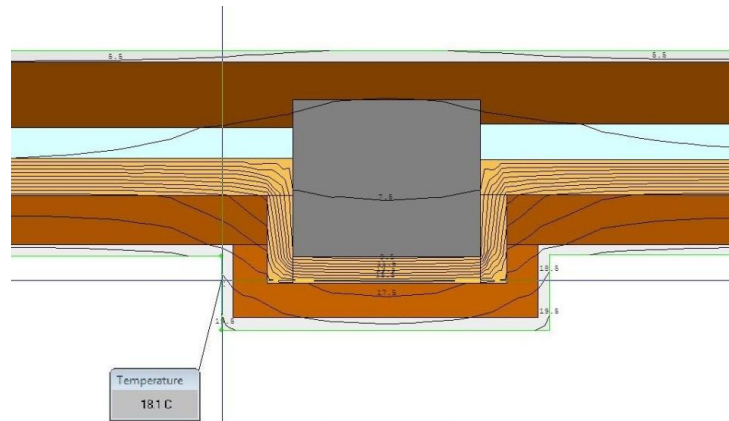


Figura 74. Temperatura de la superficie interior mínima

### Transmitancia térmica

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800 (LIDER)	0,015	1,000	0,02
LH Tabique Ladrillo hueco sencillo (40 mm < E < 60 mm) (LIDER)	0,040	0,445	0,09
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d > 2000 (LIDER)	0,015	1,800	0,01
Hormigón armado 2300 < d < 2500 (LIDER)	0,250	2,300	0,11
EPS Poliestireno Expandido (0.046 W/mK) (LIDER)	0,040	0,046	0,87
Yeso, dureza media 600 < d < 900 (LIDER)	0,015	0,300	0,05
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 51. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de pilar en fachada

**Resistencia térmica total:**  $R_T = 0,48 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1 / R_T \text{ (W/m}^2\text{)} \quad 0,76 \leq U_{\max} = 0,86 \text{ (CTE, DB HE1) } \text{ CUMPLE}$

### D) Conclusiones

Como se ha comprobado, ésta sería la mejor solución, con un recubrimiento de aislamiento de 2 cm estaríamos cumpliendo el límite establecido por la Normativa.



### 3.8.2 Frente de forjado

#### A) Solución constructiva y modelización

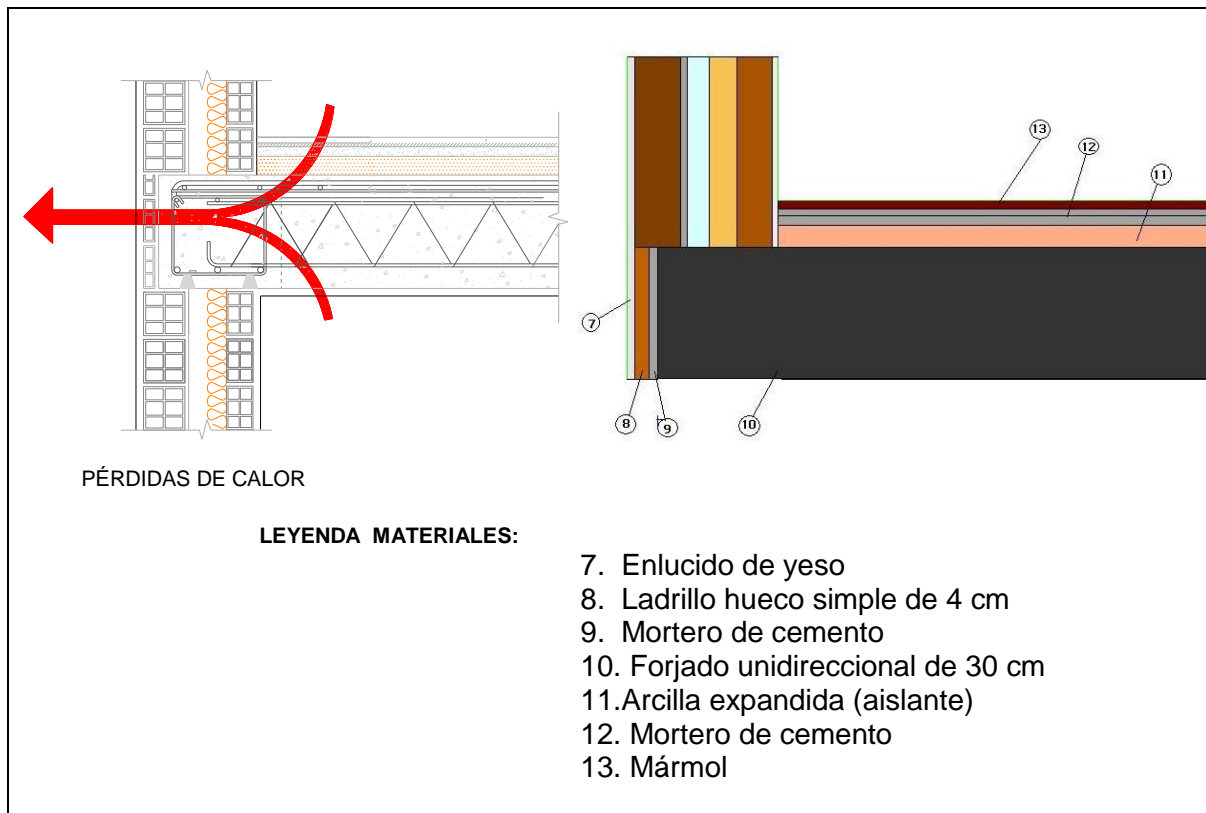


Figura 75. Puente térmico de frente de forjado

#### B) Estudio del puente termico con “Therm”

##### a) Cálculo de las isotermas

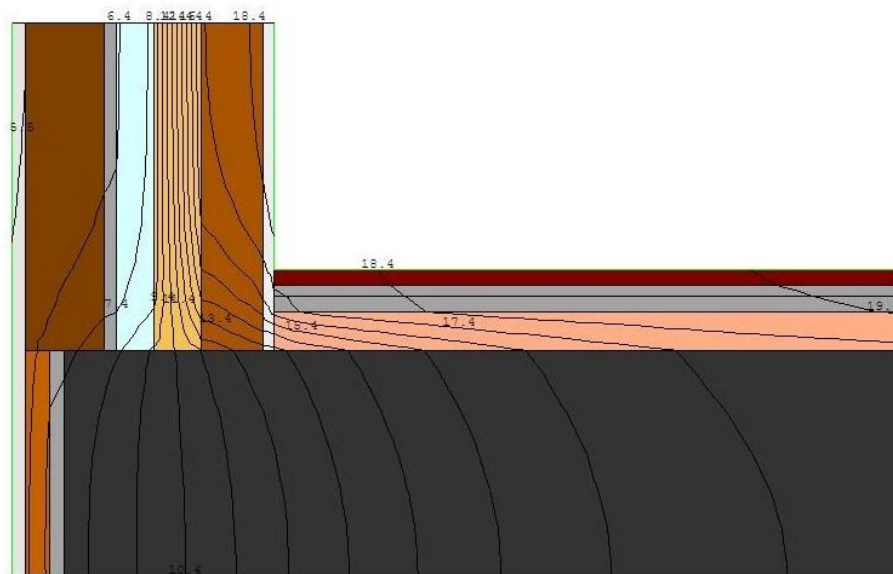


Figura 76. Isotermas

Se calculan ahora los **caminos que siguen los flujos del calor**:

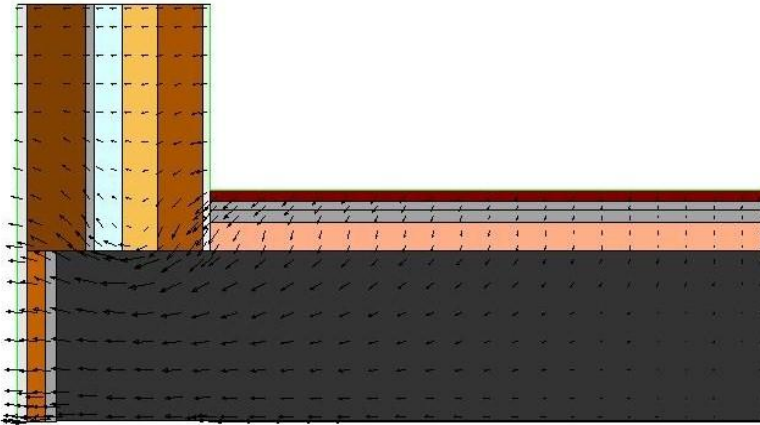
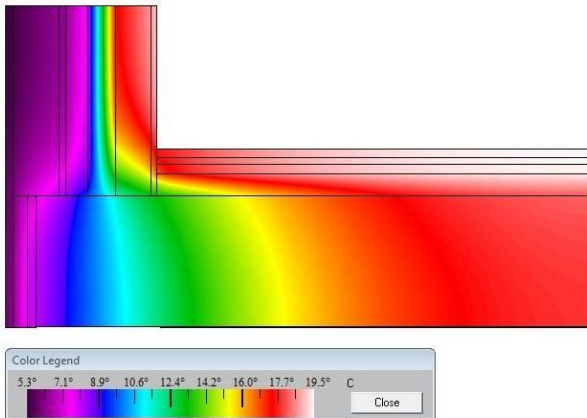


Figura 77. Distribución de flujos del calor

### b) Diagrama de temperaturas

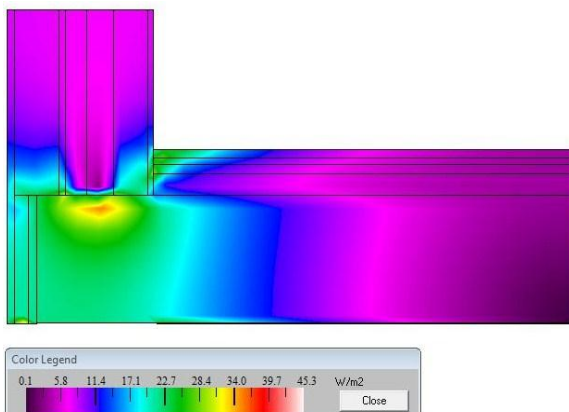
A continuación se **simulan las temperaturas** de las capas que forman el puente térmico mediante una escala de colores.



La temperatura del puente térmico varía en los distintos elementos, se produce el mayor salto de temperatura en la zona del aislante térmico.

Figura 78. Simulación de las temperaturas

### c) Diagrama de flujo de energía



La energía se disipa por las zonas del forjado en contacto con el cerramiento. Al tener el frente de forjado revestido con el ladrillo de 4 cm de espesor hace que se reduzcan las pérdidas de energía.

Figura 79. Flujos de energía

### C) Cálculos y limitaciones

Calculo de las temperaturas superficiales de las capas en cada punto.

- Máxima temperatura: 19,50 °C (presente en la capa interior, en el enlucido de yeso).
- Mínima temperatura: 5,31 °C (presente en la capa mas exterior, mortero de cemento monocapa).

**Factor de temperatura superficial mínimo:**

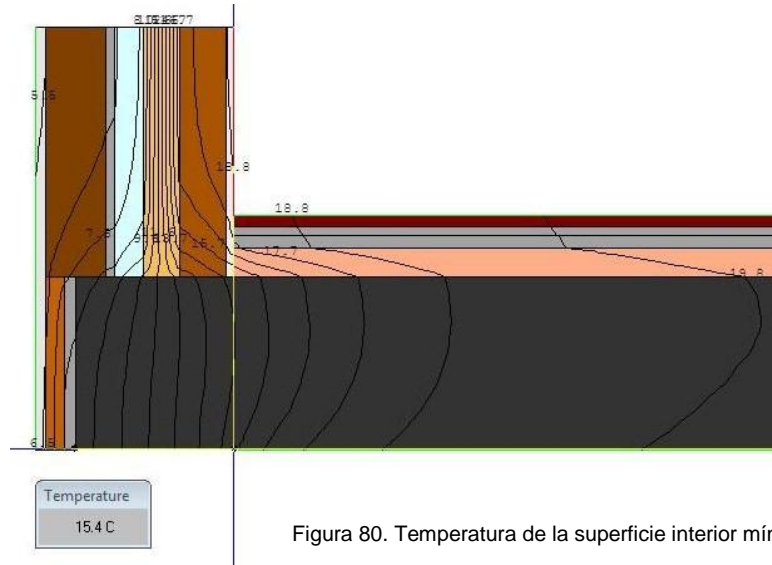


Figura 80. Temperatura de la superficie interior mínima

La temperatura interior mínima, se encuentra en la parte inferior del forjado, que es de 15,4 °C.

Una vez obtenida esta temperatura, se aplica la fórmula que define el factor de temperatura superficial:

$$f_{rsi} = (T_e - T_{si}) / (T_e - T_i) = (5 - 15,4) / (5 - 20) = 0,69$$

$$f_{rsi} = 0,69 \geq f_{rsi, \min} 0,61 \text{ (Tabla 3.2 del DB HE1)} \quad \text{NO CONDENSA}$$

### Transmitancia térmica

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800 (LIDER)	0,015	1,000	0,02
LH Tabique Ladrillo hueco sencillo (40 mm < E < 60 mm) (LIDER)	0,040	0,445	0,09
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d > 2000 (LIDER)	0,015	1,800	0,01
FR Reticular Entrevigado cerámico. Canto 300 mm (LIDER)	0,30	1,678	0,18
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d > 2000 (LIDER)	0,030	1,800	0,02
Marmol (2600 < d < 2800) (LIDER)	0,030	3,500	0,01
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 52. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de frente de forjado

**Resistencia térmica total:**  $RT = m^2K/W$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT (W/m^2)$   $2,05 \leq U_{max} = 0,86$  (CTE, DB HE1) **NO CUMPLE**

### D) Conclusiones

La energía se disipa por las zonas del forjado en contacto con el cerramiento. Al tener el frente de forjado revestido con el ladrillo de 4 cm de espesor hace que se reduzcan las pérdidas de energía.

### NUEVA SOLUCIÓN

Al cumplir no es necesaria otra solución aunque siempre es buena práctica revestir el puente térmico con aislante, ya que en nuestro caso se tienen temperaturas interiores mínimas muy bajas (aunque no se llegue al límite, estas siguen siendo muy pequeñas).

### Transmitancia térmica

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R $m^2 K/W$
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1600 < d < 1800$ (LIDER)	0,015	1,000	0,02
LH Tabique Ladrillo hueco sencillo (40 mm < E < 60 mm) (LIDER)	0,040	0,445	0,09
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$ (LIDER)	0,015	1,800	0,01
FR Reticular Entrevigado cerámico. Canto 300 mm (LIDER)	0,300	1,678	0,18
EPS Poliestireno Expandido (0.029 W/mK) (LIDER)	0,020	0,029	0,69
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$ (LIDER)	0,030	1,800	0,02
Marmol ( $2600 < d < 2800$ ) (LIDER)	0,030	3,500	0,01
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 53. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de frente de forjado

**Resistencia térmica total:**  $RT = m^2K/W$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT (W/m^2)$   $0,85 \leq U_{max} = 0,86$  (CTE, DB HE1) **CUMPLE**

### 3.8.3 Pilar en esquina

#### A) Solución constructiva

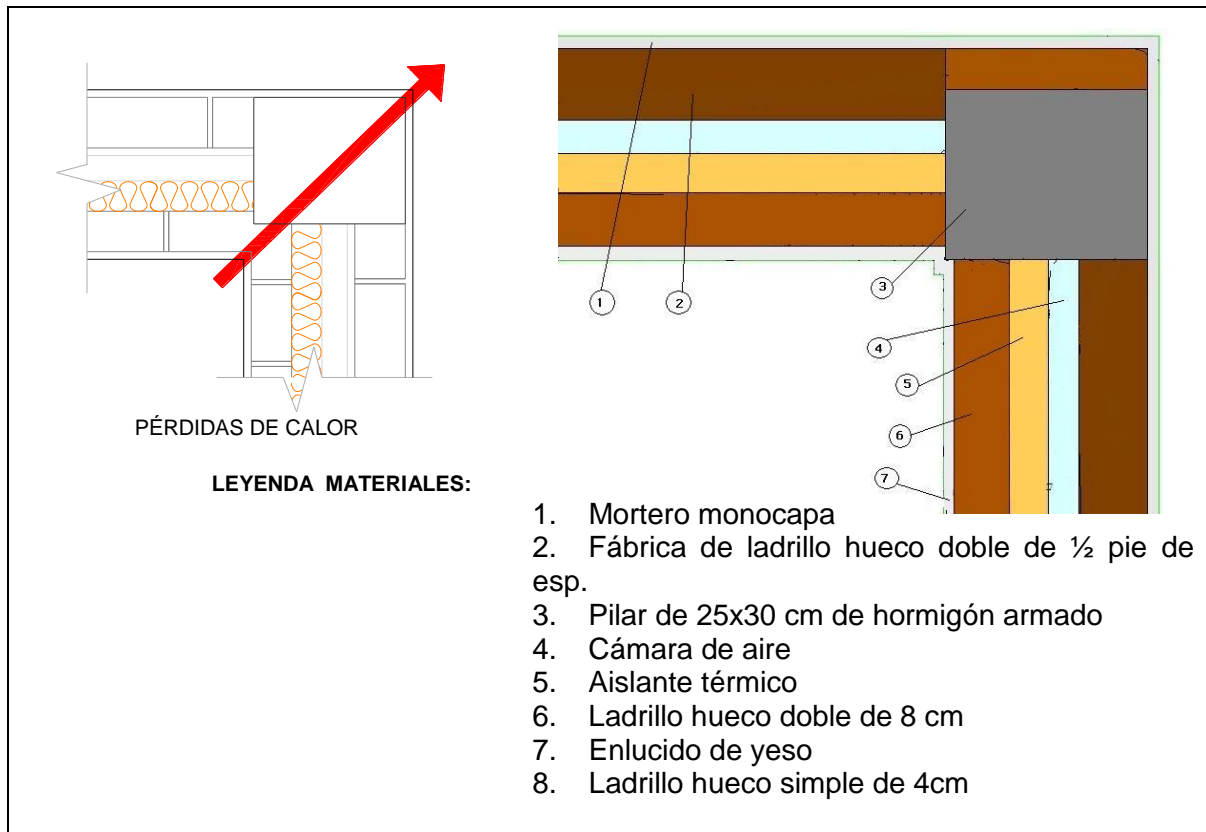


Figura 81. Puente térmico de frente de forjado

#### B) Estudio del puente termico con "Therm

##### a) Diagrama de isotermas

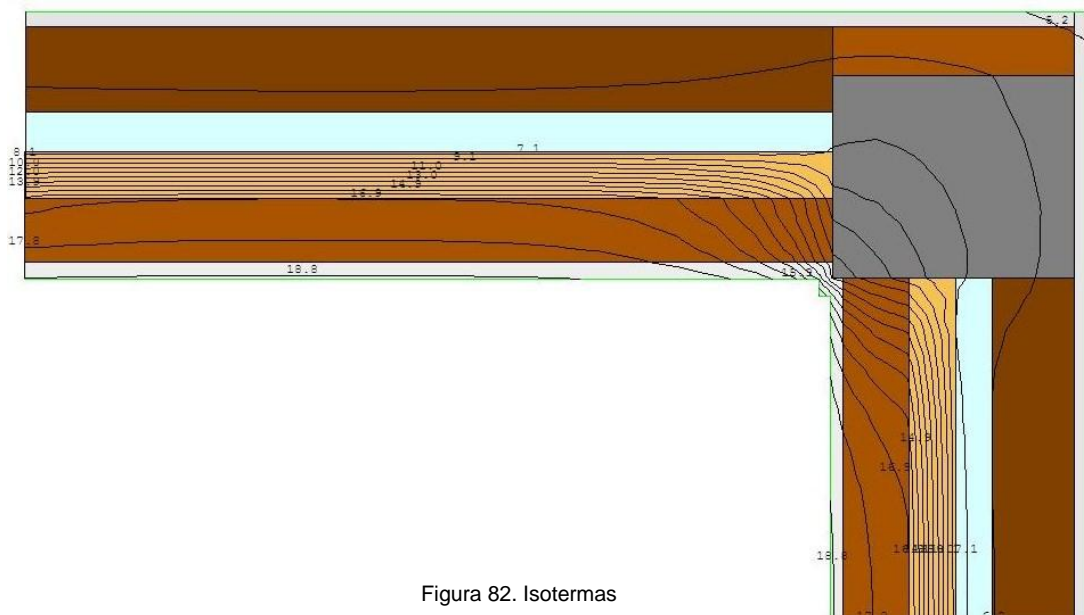


Figura 82. Isotermas

Se calculan ahora los **caminos que siguen los flujos del calor**:

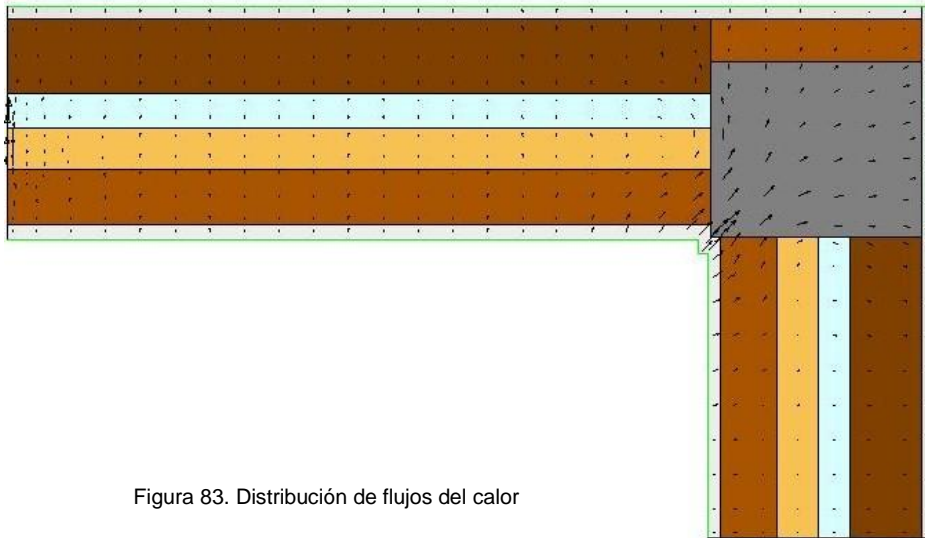


Figura 83. Distribución de flujos del calor

Como se puede comprobar en esta figura, las pérdidas de calor se producen por la esquina interior del cerramiento.

#### b) Diagrama de flujo de energía

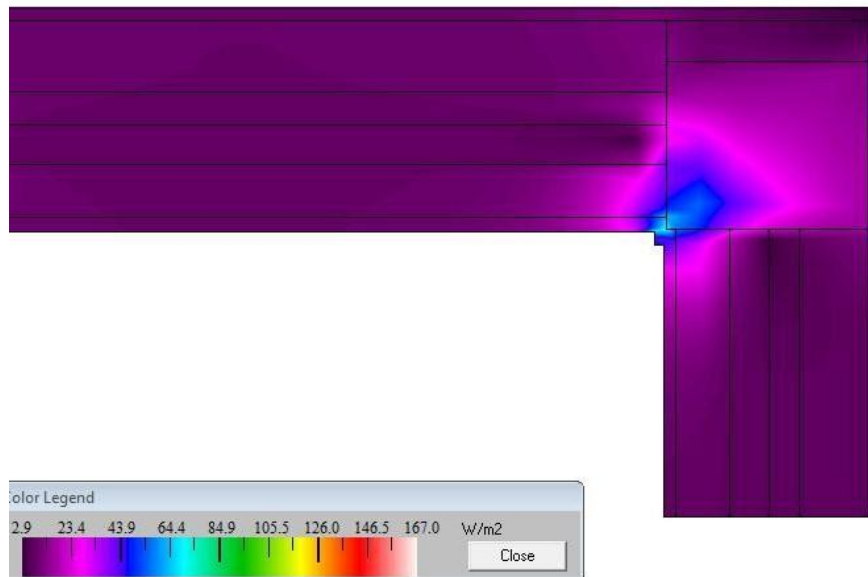


Figura 84. Flujos de energía

La zona de color azul es por la que se pierde mas energía, concretamente en la esquina interior del cerramiento.

Como el pilar se encuentra revestido por el tabique, esto hace que se produzcan menores pérdidas de calor en el puente térmico.

Por lo que se puede deducir que en dicha zona, es imprescindible proteger los pilares en contacto con el exterior, para evitar los puentes térmicos.

### C) Cálculos

Calculo de las temperaturas superficiales de las capas en cada punto:

- Máxima temperatura: 18,95 °C (presente en la capa interior, en el enlucido de yeso).
- Mínima temperatura: 5,04 °C (presente en la capa mas exterior, mortero de cemento monocapa).

**Factor de temperatura superficial mínimo:** es el más crítico.

Para poder calcularlo, se identifica primeramente el punto de la superficie interior en el que la temperatura superficial alcanza el valor mínimo.

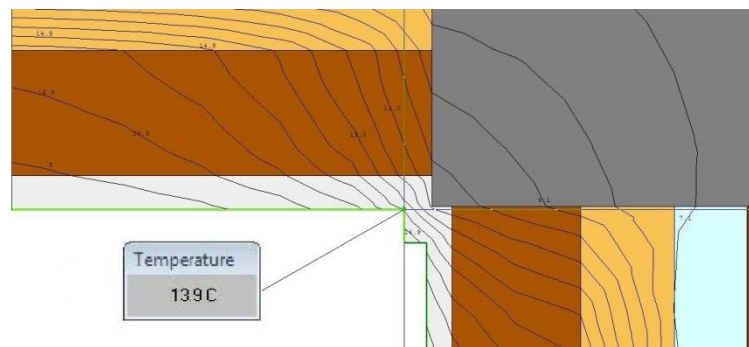


Figura 85. Temperatura de la superficie interior mínima

Vemos, que el punto de temperatura interior mínima, corresponde a  $T_{si} = 14^{\circ}\text{C}$ , por lo que una vez obtenida esta temperatura, se aplica la fórmula que define el factor de temperatura superficial:

$$f_{Rsi} = \frac{(T_e - T_{si})}{(T_e - T_i)} = \frac{(5 - 13,9)}{(5 - 20)} = 0,60$$

$f_{Rsi} = 0,59 \geq f_{Rsi,min} 0,61$  (Tabla 3.2 del DB HE1) **CONDENSA**

### D) Conclusiones

Por lo tanto, la mejor solución es la disposición de unos centímetros de aislante en la zona más expuesta.

Con unos 2 cm de aislamiento de EPS estaríamos cumpliendo el límite establecido por la normativa.

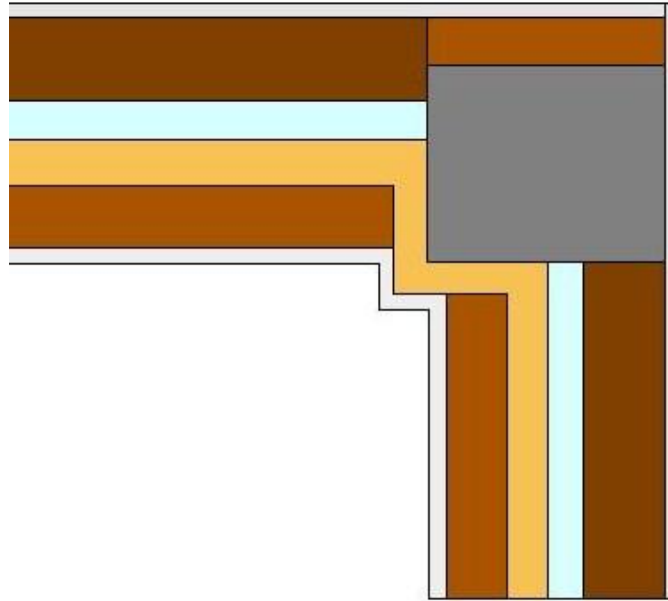


Figura 86. Solución adoptada

En la esquina interior del pilar es donde se colocará el aislamiento, para protegerlo y evitar las pérdidas.

### 3.8.4 Caja de persiana

#### A) Solución constructiva

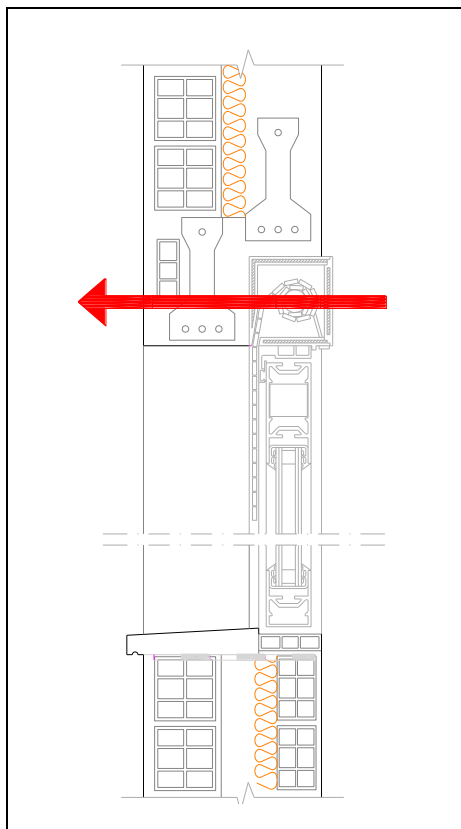


Figura 87. Puente térmico caja de persiana



**B) Cálculo de la transmitancia**

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/ W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800 (LIDER)	0,015	1,000	0,02
Hormigón armado d> 2500 (LIDER)	0,150	2,500	0,06
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)	0,015	1,800	0,01
CON CAMARA Vertical Sin ventilar	0,050	---	0,18
Chapa de aluminio	0,060	0,210	0,29
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 54. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de la caja de persiana

**Resistencia térmica total:**  $RT = 0,72 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/ RT \text{ (W/m}^2\text{)}$   $1,39 \leq U_{max} = 0,86$  (CTE, DB HE1) **NO CUMPLE**

**C) Cálculo de las condensaciones**

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25 \geq f_{Rsi,min}$$

$0,65 \geq f_{Rsi,min} 0,61$  (Tabla 3.2 del DB HE1) **NO CONDENSA**

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN****A) Cálculo de la transmitancia**

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R m <sup>2</sup> K/ W
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800 (LIDER)	0,015	1,000	0,02
Hormigón armado d> 2500 (LIDER)	0,150	2,500	0,06
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000 (LIDER)	0,015	1,800	0,01
CON CAMARA Vertical Sin ventilar	0,050	---	0,18
EPS Poliestireno Expandido (0.046 W/mK) (LIDER)	0,030	0,046	0,65
Chapa de aluminio	0,060	0,210	0,29
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 55. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de la caja de persiana

**Resistencia térmica total:**  $RT = 1,37 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT \text{ (W/m}^2\text{)}$   $0,73 \leq U_{\text{max}} = 0,86 \text{ (CTE, DB HE1) CUMPLE}$

## B) Cálculo de las condensaciones

$$f_{R_{si}} = 1 - U \cdot 0,25 \geq f_{R_{si},\text{min}}$$

$0,82 \geq f_{R_{si},\text{min}} 0,61 \text{ (Tabla 3.2 del DB HE1) NO CONDENSA}$

### 3.8.5 Contorno de hueco

#### A) Solución constructiva

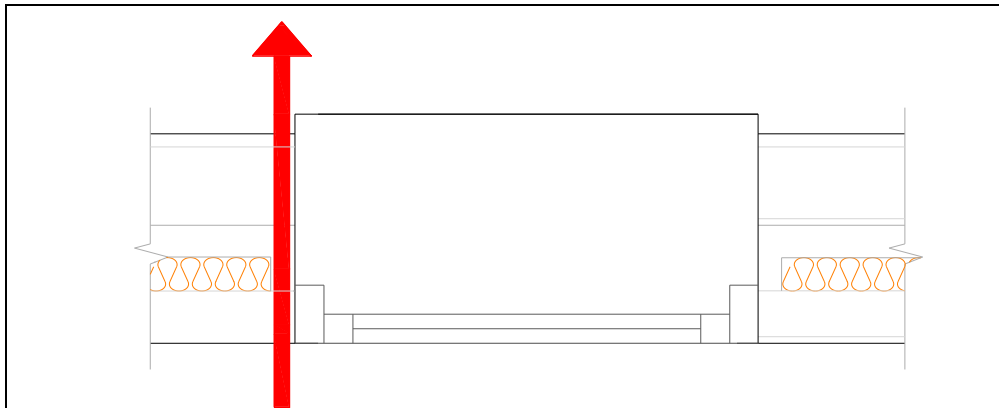


Figura 88. Puente térmico contorno de huecos

#### B) Cálculo de la transmitancia

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R $\text{m}^2 \text{K/W}$
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1600 < d < 1800$ (LIDER)	0,015	1,000	0,02
LM 1/2 pie Ladrillo métrico o catalán $40 \text{ mm} < G < 50 \text{ mm}$ (LIDER)	0,100	0,991	0,10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$ (LIDER)	0,015	1,800	0,01
CON CAMARA Vertical Sin ventilar	0,050	---	0,18
Chapa de aluminio	0,060	0,210	0,29
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 56. Cálculo de la transmitancia del puente térmico de contorno de hueco

**Resistencia térmica total:**  $RT = 0,76 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT \text{ (W/m}^2\text{)}$   $1,32 \leq U_{\text{max}} = 0,86 \text{ (CTE, DB HE1)}$  **NO CUMPLE**

### C) Cálculo de las condensaciones

$$f_{R_{si}} = 1 - U \cdot 0,25 \geq f_{R_{si},\text{min}}$$

$0,67 \geq f_{R_{si},\text{min}} 0,61 \text{ (Tabla 3.2 del DB HE1)}$  **NO CONDENSA**

## PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### A) Cálculo de la transmitancia

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	$\lambda$ W/mK	R $\text{m}^2 \text{K/W}$
<b>EXTERIOR</b>			
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1600 < d < 1800$ (LIDER)	0,015	1,000	0,02
LM 1/2 pie Ladrillo métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm (LIDER)	0,100	0,991	0,10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $d > 2000$ (LIDER)	0,015	1,800	0,01
CON CAMARA Vertical Sin ventilar	0,050	---	0,18
EPS Poliestireno Expandido (0.046 W/mK) (LIDER)	0,020	0,046	0,43
Chapa de aluminio	0,060	0,210	0,29
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13
<b>INTERIOR</b>			

Tabla 57. Cálculo de la nueva transmitancia del puente térmico de contorno de hueco

**Resistencia térmica total:**  $RT = 1,19 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Transmitancia:**  $U = 1/RT \text{ (W/m}^2\text{)}$   $0,84 \leq U_{\text{max}} = 0,86 \text{ (CTE, DB HE1)}$

Se ha comprobado que con 2 cm de EPS no se cumple, por lo tanto, se aumenta 1 cm de aislante.

### B) Cálculo de las condensaciones

$$f_{R_{si}} = 1 - U \cdot 0,25 \geq f_{R_{si},\text{min}}$$

$0,79 \geq f_{R_{si},\text{min}} 0,61 \text{ (Tabla 3.2 del DB HE1)}$  **NO CONDENSA**



# 04 cálculos con DesignBuilder



## 04 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS: DESIGNBUILDER

DesignBuilder es un programa que ofrece una amplia gama de información sobre su desempeño térmico, lumínico y energético.

Algunos usos típicos de DesignBuilder son:

- Cálculo del consumo energéticos de edificios.
- Evaluación de fachadas en lo relativo al control del soleamiento.
- Simulación térmica de edificios ventilados naturalmente.
- Modelado de la iluminación natural.
- Visualización del sitio, incluyendo estudios de soleamiento.
- Cálculo de los equipos de calefacción y refrigeración.
- Como auxiliar en la comunicación de objetivos de diseño.
- Como herramienta didáctica.

Se ha elegido este método para analizar el consumo de las instalaciones en nuestra vivienda y poder mejorarlo, y lograr con ello, la reducción de las producciones de Co2 a la atmósfera.

A continuación se desarrollan todas las actividades llevadas a cabo con el programa, aunque desarrollando solamente las de mayor interés.

### 4.1 Datos del emplazamiento

Para comenzar, es necesario describir los datos del lugar donde se sitúa el edificio objeto de estudio, para ello, se deben establecer los datos de ubicación, así como la información climática de la zona.

Para ello, asignamos una plantilla de lugar definida a continuación:




Plantilla de lugar	
<b>Plantilla</b>	<b>ALBACETE (CIV/MIL)</b>
Ubicación	
Latitud (°)	38,95
Longitud (°)	-1,85
Detalles del Sitio	
<b>Elevación sobre el nivel del mar (m)</b>	<b>659,0</b>
Exposición al viento	2-Normal
Orientación (°)	15
Terreno	
<input checked="" type="checkbox"/> Añadir capas de terreno en contacto con el suelo (solo cerramientos separados)	
 Cerramientos	Cultivated clay soil (0.5m)
 Textura	GranulatedGray453M
Reflexión superficial	
Reflectividad solar superficial	0,20
Modificador de rad. solar reflejada...	1,00
Modificador de luz diurna reflejada...	1,00
Temperaturas Mensuales del Terreno	
Precipitación	
Precipitación anual de diseño (m)	0,7500
Precipitación nominal anual (m)	0,7500
 Programa de tasa de precipitación	Off

Tabla 58. Datos del lugar

Se puede comprobar la latitud y la longitud, la exposición al viento y además de muchas otras características.

La orientación es el ángulo relativo al Norte de la vista en planta. (El cálculo de la orientación viene indicado en la figura 37, del apartado 3.1).

Otros datos de interés son:

Irrigación de Cubierta Verde en el Sitio	
Tipo de irrigación	1-Programación
Tasa máxima de irrigación (m/hr)	1,0000
Programa de irrigación	Off
Hora y Horario de Verano	
Zona horaria	(GMT+01:00) Brussels, Copenhagen, Madrid
<input checked="" type="checkbox"/> Usar horario de verano	
Inicio del Invierno	Oct
Final del Invierno	Mar
Inicio del verano	Apr
Final del verano	Sep
Datos Climáticos de Simulación	
Datos climáticos horarios	ESP_ALBACETE_SWEC
Datos Climáticos para Diseño en Invierno	
<input checked="" type="radio"/> Calefacción con 99.6% de cobertura	
Temperatura exterior de BS mínima (°C)	-4.5
Velocidad del viento coincidente (m/s)	15.7
Dirección del viento coincidente (°)	0,0
<input type="radio"/> Calefacción con 99.0% de cobertura	
Datos Climáticos para Diseño en Verano	
Retraso respecto al medio día solar	>>
Temperaturas de diseño	>>

Tabla 59. Datos climatológicos

Los datos climáticos de los horarios se utilizan para realizar las simulaciones.

Los datos climáticos utilizados para el cálculo de diseño de invierno son:

- Temperatura exterior del bulbo seco (BS) mínima.
- Velocidad y dirección del viento coincidentes (que suceden al mismo tiempo que la temperatura exterior de BS mínima).

Los datos climáticos utilizados para el cálculo de diseño en verano son:

- Temperatura exterior de bulbo seco (BS) máxima.
- Temperatura exterior de bulbo seco (BS) mínima.
- Temperatura exterior de bulbo húmedo (BH) coincidente (que sucede al mismo tiempo que la máxima exterior de BS).



## 4.2 Datos del edificio

### 4.2.1 Modelado

Después de la asignación de los datos del lugar se procede a crear el edificio, para ello se dibuja por bloques que conforman el edificio. Los bloques que se pueden crear son de tres tipos:

- **Bloques de edificio:** generan partes o sectores específicos del edificio, modelando automáticamente muros exteriores, suelos, entresijos y/o techos. Estos elementos permiten una visualización realista de los espesores de los distintos elementos.
- **Bloques de contorno:** son bloques sólidos que pueden ser manipulados fácilmente hasta lograr la forma geométrica deseada, y luego convertirse en bloques de construcción.
- **Bloques de componente:** son bloques sólidos que pueden ser empleados para modelar elementos accesorios de la construcción, como balcones, salientes, pretilas, bardas e incluso construcciones vecinas.

Se dibuja el bloque del edificio en función de su **orientación**, por lo que se puede observar que la flecha marca el norte.

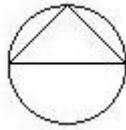


Figura 89. Flecha de orientación

Después se realizan la **creación de aberturas**. Para ello, primero es necesario ir a la superficie que se desea modificar y una vez en ella se dibuja la ventana o puerta.

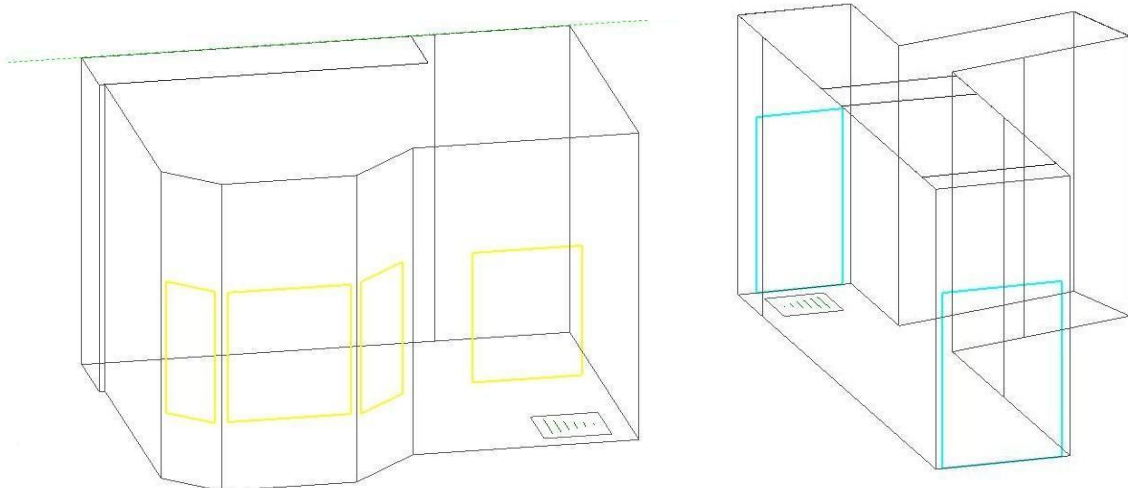


Figura 90. Ventanas y puertas en DesignBuilder

Se pueden observar los huecos marcados en color amarillo, pertenecientes a las ventanas, en este caso de la cocina, y los huecos de color azul, pertenecientes a las puertas, en este ejemplo, se observan la puerta principal y a la puerta posterior con salida

al patio interior de la vivienda, las dos comunicadas por el pasillo de la misma.

Una vez tenemos los bloques del edificio y todas las aberturas colocadas, se realizarán:

- Bloques de componentes: especificados en color morado en el dibujo, estos pertenecen al antepecho de la cubierta transitable y la chimenea de humos del extractor de la cocina.
- Bloques de contorno: de color azul, pertenecen a la zona no habitable del edificio y son la cámara sanitaria y la planta semisótano.

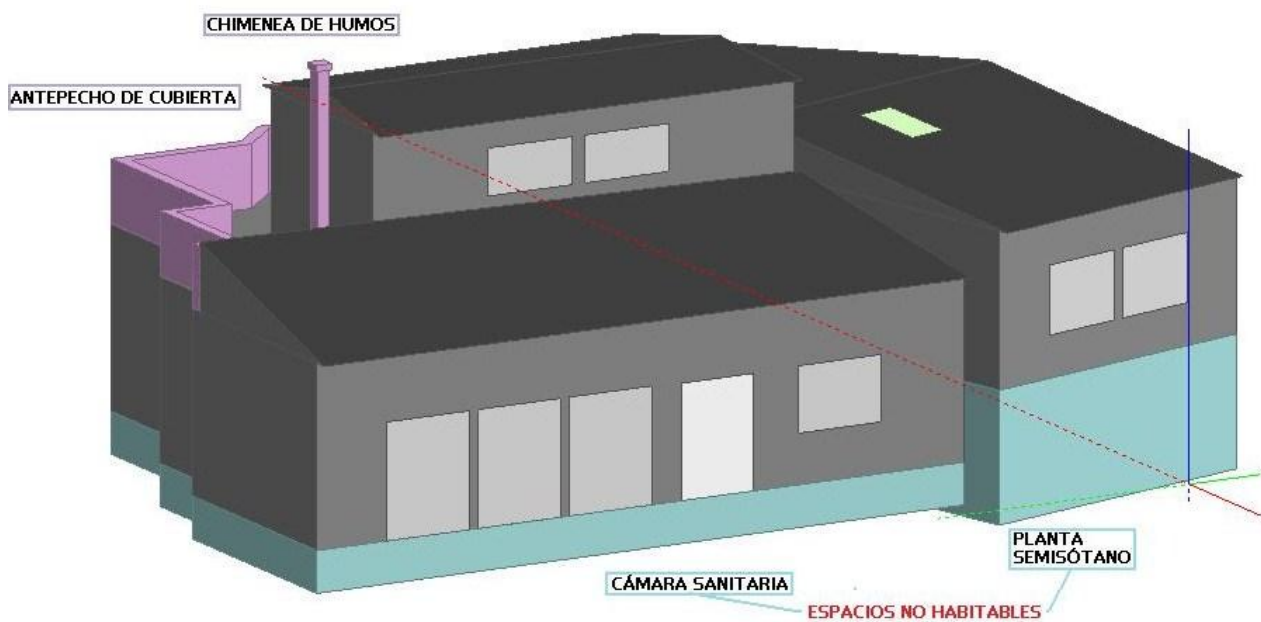


Figura 91. Edificio con bloques en DesignBuilder

Pero en los cálculos, los bloques de contornos perteneciente a los espacios no habitables, se desestiman ya que son zonas que no requieren de aislamiento ni son espacios calefactados.

La **distribución interior y particiones** se realiza asignando a cada una de las zonas que conforman el interior del edificio.

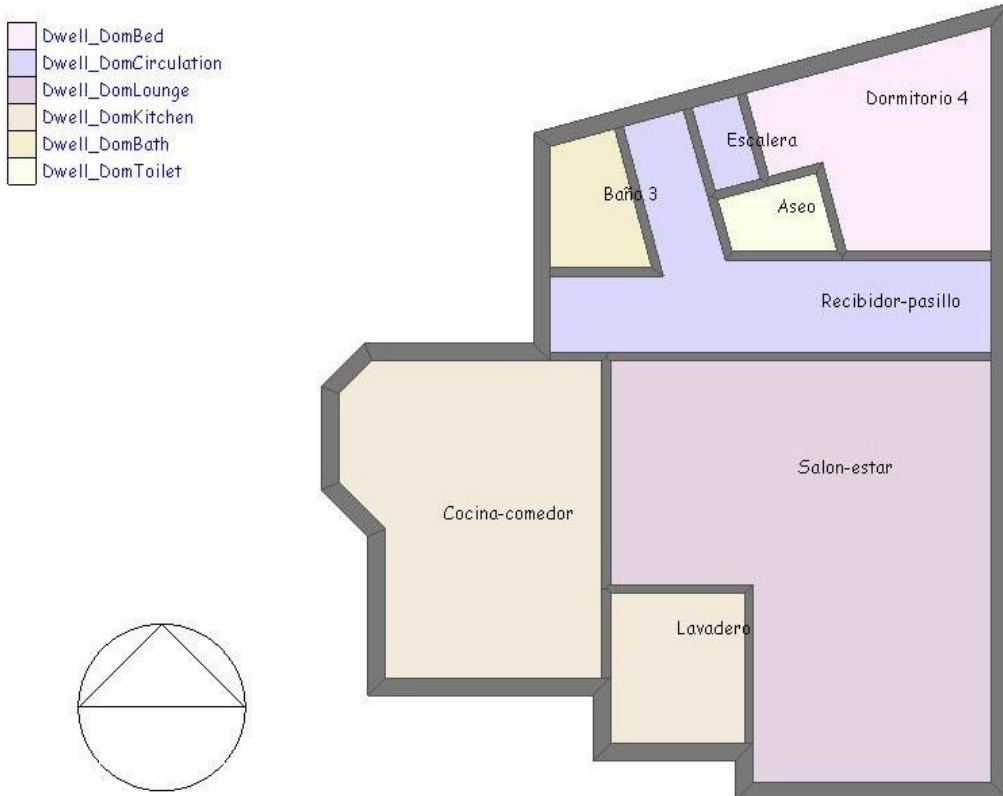


Figura 92. Distribución en planta baja

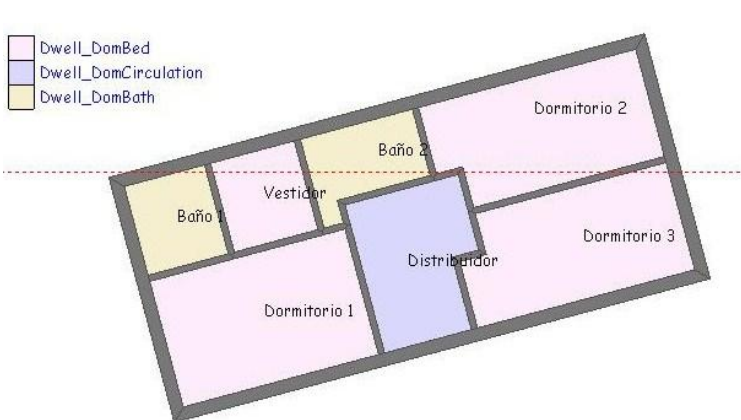


Figura 93. Distribución en planta alta

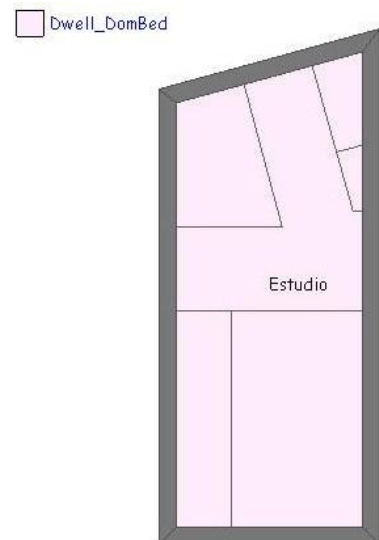


Figura 94. Distribución en planta estudio

## Visualización

La Pantalla de visualización le permite ver el modelo 3D en modo renderizado. En esta sección se describen los procesos para crear y controlar imágenes renderizadas.

También se puede ver el edificio en el mes y hora que se desee, para ver la posición del sol, en cada momento.

En la siguiente imagen podemos ver la posición del sol en el edificio, el día 15 de Abril a las 11:00 horas de la mañana:



Figura 95. Visualización del edificio

En la visualización se han desestimado los espacios no habitables pertenecientes a la cámara sanitaria y a la planta semisótano.

### 4.2.2 Actividad

Los datos de la etiqueta de Actividad permiten definir los parámetros relacionados con el uso de las zonas, incluyendo la siguiente información:

- Tipo de zona
- Ocupación
- Tasas metabólicas
- Días festivos (solo en el nivel edificio)
- Agua Caliente Sanitaria (ACS)
- Control ambiental
- Ganancias por computadoras
- Ganancias por equipos de oficina
- Ganancias varias
- Ganancias por cocina
- Ganancias por procesos

<b>Plantilla de Actividad</b>	
<b>Plantilla</b>	Dwell_DomCirculation
Sector	Dwelling
Multiplicador de zona	1
<input checked="" type="checkbox"/> Incluir zona	
<b>Ocupación</b>	
Densidad (personas/m <sup>2</sup> )	0,0200
<input type="range"/>	
Programación	Dwell_DomCirculation_Occ
<b>Metabolismo</b>	
Actividad	Light manual work
Factor (Hombre=1.00, Mujer=0.85, Niño=0....)	0.90
Vestimenta	
<b>Días festivos</b>	
<b>ACS</b>	
Tasa de consumo (l/m <sup>2</sup> -día)	0,530
<b>Control ambiental</b>	
<b>Temperaturas de Funcionamiento de la Calefacción</b>	
Calefacción (°C)	20,0
<input type="range"/>	
Temperatura de retroceso (°C)	18,0
<b>Temperaturas de Funcionamiento de la Refrigeración</b>	
Refrigeración (°C)	25,0
<input type="range"/>	
Temperatura de retroceso (°C)	27,0

Tabla 60. Datos de la actividad

Las condiciones metabólicas se establecen según el nivel de actividad dentro del espacio. El factor metabólico permite considerar personas de diferente tamaño. Se introduce el factor 1,00 para los hombres, 0,85 para las mujeres, 0,75 para los niños, pero como en dicha vivienda residen un hombre, dos mujeres y un niño, se establece un valor intermedio por haber mezcla de tamaños.

La tasa de consumo de (l/ m<sup>2</sup>-día) se realiza en función del DB HE 4, según el número de dormitorios, habría una cantidad de 180 litros de ACS/día o 0,53 litros/ m<sup>2</sup>.

En cuanto al control ambiental, se establecen unas temperaturas de funcionamiento para la calefacción, la refrigeración y la ventilación.

- Para calefacción: 20°C y temperatura de retroceso 18°C
- Para refrigeración: 25°C y temperatura de retroceso 27°C

En cuanto a los equipos, se especifica en cada caso, así si estamos en la zona de cocina, se especificará que tiene equipos de cocina y si por ejemplo, nos encontramos en el estudio se especificará el uso de computadoras.

### 4.2.3 Cerramientos

Los cerramientos modelan la conducción de calor a través de los elementos constructivos.

**Muros exteriores M1:** El cerramiento de muro exterior es el que se encuentra en contacto con el aire exterior. En climas fríos, es común que estos cerramientos incluyan una capa de aislamiento.

**Cubierta plana C1:** El cerramiento de cubierta plana se aplica para las superficies exteriores horizontales. El cerramiento empleado para representar una cubierta plana debe incluir en capas específicas para el forjado, el aislamiento y el techacabado.

**Particiones (muros interiores) P:** El cerramiento de partición se aplica para los muros interiores que dividen zonas entre sí. Las particiones se usan cuando las dos zonas adyacentes son ocupadas.

**Muros semi-expuestos M2:** El cerramiento de muro semi-expuesto se aplica para muros que separan zonas ocupadas de zonas semi-exteriores o no acondicionadas. Generalmente incluyen algo de aislamiento. DesignBuilder determina automáticamente cual de las zonas es relativamente 'exterior' para ordenar correctamente las capas del cerramiento. La capa de material definida en el cerramiento como 'Capa más externa' (primera en la lista) será la adyacente a la zona semi-exterior no acondicionada.

**Cubierta semi-expuesta C2:** El cerramiento de cubierta semi-expuesta se usa entre zonas ocupadas y zonas semi-exteriores no acondicionadas, cuando estas se encuentran arriba (por ejemplo un ático). El cerramiento debe incluir en capas específicas para la losa, el aislamiento y el techo suspendido. DesignBuilder determina automáticamente cual de las zonas es relativamente 'exterior' para ordenar correctamente las capas del cerramiento.

**Suelo semi-expuesto S1 y S2:** El cerramiento de suelo semi-expuesto se usa entre zonas ocupadas y zonas semi-exteriores o no acondicionadas, cuando estas se encuentran abajo (por ejemplo una cámara sanitaria). DesignBuilder determina automáticamente cual de las zonas es relativamente 'exterior' para ordenar correctamente las capas del cerramiento.

**Suelo interno S:** El cerramiento de suelo interno define la composición de los suelos entre zonas ocupadas, incluyendo losas, cámaras, pisos elevados y techos suspendidos.

Generalmente no incluyen aislamiento. Cuando la zona de arriba es desocupada se usa en su lugar un cerramiento de cubierta semi-expuesta. Cuando la zona de abajo es desocupada, se emplea un cerramiento de suelo semi-expuesto.

A continuación se calculan las propiedades del **muro exterior M1**.

Vemos las capas que conforman el cerramiento de muro exterior M1, por lo que se detallan cada una de ellas con sus características:

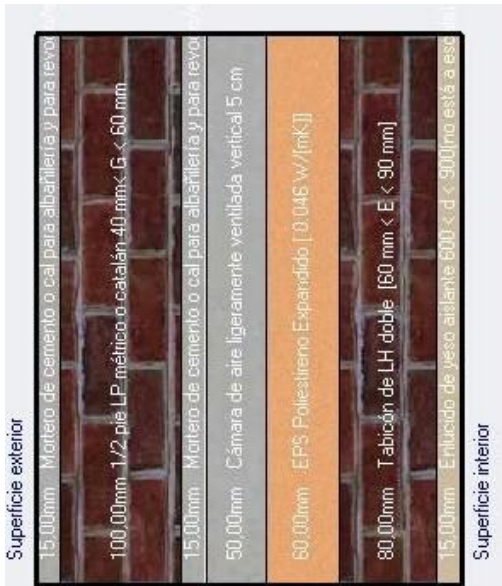


Figura 96. Sección del muro exterior M1

Número de capas	7
<b>Capa más externa</b>	
Material	Mortero de cemento o cal para
Grosor (m)	0,0150
<input type="checkbox"/> ¿Con puente térmico?	
<b>Capa 2</b>	
Material	1/2 pie LP métrico o catalán 40
Grosor (m)	0,1000
<input type="checkbox"/> ¿Con puente térmico?	
<b>Capa 3</b>	
Material	Mortero de cemento o cal para
Grosor (m)	0,0150
<input type="checkbox"/> ¿Con puente térmico?	
<b>Capa 4</b>	
Material	Cámara de aire ligeramente ve
Grosor (no usado en cálculos térmicos) (m)	0,0500
<input type="checkbox"/> ¿Con puente térmico?	
<b>Capa 5</b>	
Material	EPS Poliestireno Expandido [0
Grosor (m)	0,0600
<input type="checkbox"/> ¿Con puente térmico?	
<b>Capa 6</b>	
Material	Tabicón de LH doble [60 mm <
Grosor (m)	0,0800
<input type="checkbox"/> ¿Con puente térmico?	
<b>Capa más interna</b>	
Material	Enlucido de yeso aislante 600 <
Grosor (m)	0,0150
<input type="checkbox"/> ¿Con puente térmico?	

Tabla 61. Capas del muro exterior M1

Si por ejemplo elegimos un material de los anteriores, como puede ser el aislante de EPS Poliestireno Expandido, el programa nos proporciona todas sus características, como se puede observar en la tabla .

Sus características están tomadas de la biblioteca de datos del programa LIDER del CTE.

Por lo tanto, el cálculo obtenido mediante DesingBuilder, es similar al obtenido anteriormente en el Apartado 3.5.2.

Reporte de datos (No editable)	
<b>General</b>	
<b>EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]</b>	
Fuente	CTE-LIDER
Categoría	Materiales aislantes
Región	SPAIN
Grosor predeterminado (m)	0,0100
Propiedades detalladas	Si
<b>Propiedades de masa térmica global</b>	
Conductividad (W/m-K)	0,046
Calor específico (J/kg-K)	1000,0000
Densidad (kg/m3)	30,00
Resistencia (valor R)	No
<b>Propiedades superficiales</b>	
Absortancia térmica (emisividad)	0,900
Absortancia solar	0,700
Absortancia visible	0,700
Rugosidad	3-Rugoso
Color	
Textura	GranulatedBrown7413
<b>Cubierta Verde</b>	
Cubierta verde	No
<b>Carbón incorporado</b>	
Datos de carbón incorporado disponibles	No

Tabla 62. Propiedades del aislante de EPS

Para terminar, se proporcionan las propiedades de transmisión de calor del cerramiento:

<b>Superficie interior</b>	
Coefficiente de transferencia convectiva de cal...	2,152
Coefficiente de transferencia radiativa de calor ...	5,540
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> -K/W)	0,130
<b>Superficie exterior</b>	
Coefficiente de transferencia convectiva de cal...	19,870
Coefficiente de transferencia radiativa de calor ...	5,130
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> -K/W)	0,040
<b>Sin Puentes Térmicos</b>	
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> -K)	0,548
Valor R (m <sup>2</sup> -K/W)	1,995
<b>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K)</b>	<b>0,501</b>
<b>Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)</b>	
K-m - capacidad de calor interna (KJ/m <sup>2</sup> -K)	85,8000
Límite superior de resistencia (m <sup>2</sup> -K/W)	1,995
Límite inferior de resistencia (m <sup>2</sup> -K/W)	1,995
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> -K)	0,548
Valor R (m <sup>2</sup> -K/W)	1,995
<b>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K)</b>	<b>0,501</b>

Tabla 63. Cálculo de las propiedades del muro exterior M1

Los valores de U, se muestran incluyendo el efecto de resistencia superficial, así como con o sin puentes térmicos.



#### 4.2.4 Aberturas

El término abertura se emplea en DesignBuilder para describir cualquier vano practicado en los cerramientos del edificio, lo cual implica un excepción en su composición constructiva. Hay cinco tipos de aberturas:

- Ventanas
- Sub-superficies (porciones opacas de una superficie que tienen una composición constructiva distinta a la del cerramiento principal, como dinteles o paneles ligeros)
- Huecos (lucernarios)
- Puertas
- Rejillas

Plantilla de acristalamiento	
<b>Plantilla</b>	Plantilla de acristalamiento del proy
Ventanas exteriores	
<b>Tipo de acristalamiento</b>	Dbf Blue 6mm/13mm Arg
<b>Distribución</b>	Preferred height 1.5m, 30% glazed
Dimensiones	
Tipo	3-Acristalamiento no continuo (altura pre
Relación ventana-muro (%)	30,00
Altura de ventana (m)	1,50
Espaciamiento de ventanas (m)	5,00
Altura del alféizar (m)	0,80
Reborde	
Marco y Divisores	
<input checked="" type="checkbox"/> ¿Tiene marco/divisores?	
<b>Cerramientos</b>	Aluminium window frame (with therm
Divisores	
Tipo	1-Con parteluz
Ancho (m)	0,020
Divisores horizontales	1
Divisores verticales	1
Proyección exterior (m)	0,000
Proyección interior (m)	0,000
Índice de cond. borde-centro vi...	1,000
Marco	
Ancho del marco (m)	0,040
Proyección interior del marco (m)	0,000
Proyección exterior del marco (...)	0,000
Índice de cond. borde-centro vi	1,000

Tabla 64. Datos del acristalamiento

La carpintería es de aluminio blanco con rotura de puente térmico y el acristalamiento es doble de 4-15-6, en el programa no aparece este tipo por lo que se ha decidido adoptar uno muy similar, “6mm/13mm Arg”.

También se especifican otras características de las ventanas, como el sombreado:



Tabla 65. Otras características de los huecos

En cuanto a las **puertas**, el programa las entiende como cerramientos opacos.

### 4.2.5 Iluminación

La iluminación general se refiere al sistema de iluminación principal en cada zona. Se asume que este tipo de iluminación puede ser remplazada por la luz natural, si esta opción es seleccionada.

#### Tipo de luminaria

Es posible seleccionar cualquiera de las siguientes opciones:

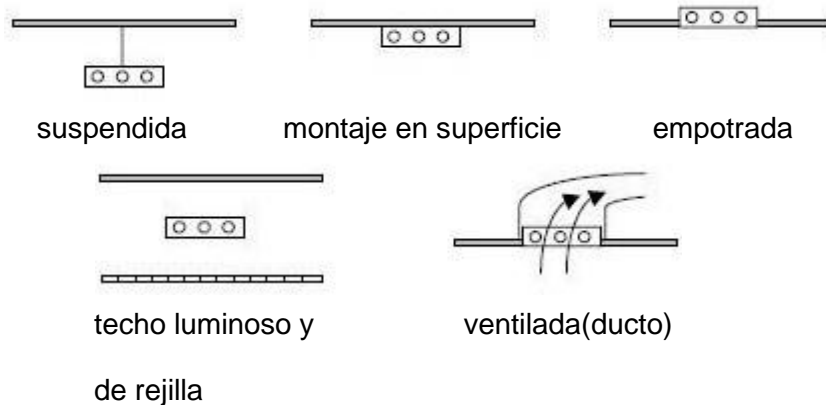


Figura 97. Tipos de luminarias

Cuando se selecciona el tipo de luminaria, automáticamente se establece el conjunto correspondiente de parámetros predeterminados, de acuerdo a los datos especificados en la siguiente tabla (se asume el empleo de lámparas fluorescentes).

Datos	1-Suspendida	2-Superficial	3-Empotrada	4-Techo luminoso y de rejilla	5-Ventilada (ducto)
Fracción de Retorno de Aire	0.0	0.0	0.0	0.0	0.54
Fracción Radiante	0.42	0.72	0.37	0.37	0.18
Fracción Visible	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Fracción Convectiva	0.40	0.10	0.45	0.45	0.10

Tabla 66. Parámetros de los tipos de luminarias

**Fracción de Retorno de Aire:** Es la fracción de calor por iluminación que es expulsada de manera convectiva fuera del espacio, al aire de retorno de la zona (p.ej. hacia la salida de aire de la zona). Si el flujo de retorno de aire es nulo o la zona no cuenta con sistema de retorno de aire, el programa asignará esta fracción al aire de la zona. La Fracción de Retorno de Aire solo aparece en la pantalla cuando se selecciona el tipo de luminaria 5-Ventilada.

**Fracción Radiante:** Es la fracción de calor por iluminación que afecta a la zona como radiación de onda larga (térmica). El programa calcula cuanta de esta radiación es absorbida por las superficies interiores de la zona, de acuerdo a la absorptancia térmica de dichas superficies.

**Fracción visible:** Es la fracción de calor por iluminación que afecta a la zona como radiación de onda corta (visible). El programa calcula cuanta de esta radiación es

absorbida por las superficies interiores de la zona, de acuerdo a la absorción térmica de dichas superficies.

En nuestro caso los tipos de luminarias son, para los dormitorios la luminaria suspendida y para el resto de la vivienda (pasillo, cocina, salón, baños, aseos, etc) la luminaria es empotrada.

Se determinarán unas condiciones u otras en función de la zona en la que nos encontremos.

A continuación, analizamos la iluminación en el edificio en general y obtenemos la siguiente tabla de resultados:

Plantilla de iluminación	
Plantilla	Reference
Iluminación general	
<input type="checkbox"/> Activar	
Iluminación de Escritorio y Exhibición	
<input type="checkbox"/> Activar	
Iluminación exterior	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Nivel de diseño (W)	100,000
Programación	On
Opción de control	1-Sólo programación
Control de Iluminación	
<input type="checkbox"/> Activar	

Tabla 67. Datos de iluminación en el edificio

En el edificio, existe iluminación exterior por medio de lámparas programadas durante unas horas determinadas.

La casilla del control de la iluminación aparece activada pero solamente en el salón, en el que se disponen de sistemas de regulación de luminosidad, de tipo escalonado, pues permite encender y apagar el sistema de iluminación en etapas.

Control de Iluminación	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Tipo de control	3-Escalonado
Numero de escalones	5
Deslumbramiento	
Índice máximo permitido	22,0
Ángulo de vista respect...	0,0
Área de iluminación 1	
% de la zona cubierto p...	100
Área de iluminación 2	
<input type="checkbox"/> Activar área de iluminación 2	

Tabla 68. Control de iluminación en el salón.

Estudiamos ahora que ocurre en uno de los dormitorios de la vivienda:



Tabla 69. Plantilla de iluminación en el dormitorio 2

En este caso, nos encontramos en el dormitorio 2, la iluminación será suspendida.

También se comprobará la iluminación de escritorio y exhibición, que incluye las lámparas destinadas a tareas específicas como el trabajo de escritorio, iluminación de objetos en exhibición, iluminación de apoyo, entre otras.

En el programa, este tipo de iluminación no cuenta con un sistema de control, y siempre se asumen los siguientes datos:

Datos	Valor
Fracción radiante	0.42
Fracción visible	0.18
Fracción de retorno de aire	0

Tabla 70. Datos de la iluminación de escritorio y exhibición

### Ganancias internas

Las ganancias internas derivadas de la iluminación de escritorio y exhibición se establecen simplemente usando una tasa de generación de calor en Watts por metro cuadrado (W/m2).

## 4.2.6 HVAC

El sistema de calefacción/refrigeración viene determinado por:

### A) Calefacción

Para el cálculo de la calefacción se deben tener en cuenta algunas características de la misma, como son:

#### Combustible

El tipo de combustible empleado para generar la energía de calefacción es la energía eléctrica.

#### Tipo de calefacción (sólo HVAC Simple)

Actualmente se encuentran disponibles dos tipos de calefacción:

- **Convectiva:** El espacio es calentado por un sistema de aire y controlado hasta alcanzar la temperatura de funcionamiento de la calefacción
- **Radiantes/convetivas:** Se emplea para modelar sistemas generales en los que el calor radiante juega un papel importante. Permite el modelado de sistemas convectivos, radiadores de agua caliente, suelos radiantes, y rodapiés radiantes, entre otros.

En nuestro el sistema de calefacción será convectiva.

Plantilla HVAC	
Plantilla	<None>
Ventilación Mecánica	
<input type="checkbox"/> Activar	
Energía Auxiliar	
Energía auxiliar (kWh/m2)	0,00
Calefacción	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Combustible	1-Electricidad de la red
CoP del sistema de calefac...	0,500
Type	
Tipo de calefacción	1-Convectivo
Condiciones de Suministro de Aire	
Temperatura del aire ...	35,00
Tasa de humedad d...	0,010
Funcionamiento	
Programación	Office_OpenOff_Heat

Tabla 71. Datos de Calefacción del edificio

## B) Refrigeración

Se tienen tres aparatos de aire acondicionado, pero uno de ellos, que está ubicado en el dormitorio 1 y principal de la vivienda, se mantiene todo el año parado, los otros dos si que están en funcionamiento. Uno se sitúa en el comedor y el otro en el salón.

### Combustible

El tipo de combustible empleado para generar la energía de enfriamiento es la electricidad.

### CoP de la enfriadora (sólo HVAC Compacto)

El coeficiente de desempeño (CoP) de la enfriadora se emplea para calcular los consumos requeridos de combustible para cumplir con la demanda de enfriamiento. Representa la eficiencia estacional total de la enfriadora, excluyendo pérdidas/consumos debidos a las bombas y ventiladores externos, pero incluyendo toda la energía consumida por dispositivos auxiliares propios de la enfriadora.

Analizamos el sistema de refrigeración del salón y de la cocina:


❖ Refrigeración	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Combustible	1-Electricidad de la red
CoP del sistema de refriger...	4,500
Condiciones de Suministro de Aire	
Temperatura del aire su...	12,00
Tasa de humedad del ai...	0,008
Tipo	
Funcionamiento	
 Programación	Dwell_DomLounge_Cool

Tabla . Datos de Refrigeración del salón-comedor


❖ Refrigeración	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Combustible	1-Electricidad de la red
CoP del sistema de refriger...	4,500
Condiciones de Suministro de Aire	
Temperatura del aire su...	12,00
Tasa de humedad del ai...	0,008
Tipo	
Funcionamiento	
 Programación	Dwell_DomKitchen_Cool

Tabla 72. Datos de Refrigeración de la cocina

### C) ACS (Agua caliente sanitaria)

#### Tipo de ACS

En nuestro caso, el ACS es eléctrica directa.

#### Temperatura de salida (suministro)

Se trata de la temperatura con la que el agua llega a los dispositivos de abasto (lavabos, fregaderos, etc.)

#### Temperatura de entrada al sistema

Es la temperatura del agua que llega al sistema desde la red general. Se puede indicar una temperatura cercana a la temperatura promedio anual del aire exterior.

#### Funcionamiento

El programa de funcionamiento define los periodos en los que el agua caliente es suministrada.

El perfil de consumo de agua caliente, se calcula a partir de los valores de (l/persona/día).

Para ello primero se estima un número típico de horas por día. Cuando se usan programaciones de día laborable se trata simplemente del número de horas ocupadas durante el día de trabajo. Cuando se emplean programaciones 7/12, las horas típicas de ocupación por día se determinan de los datos de Enero Lunes.

El consumo volumétrico de agua caliente se calcula de la siguiente manera:

$$\text{ACS (m}^3\text{/s)} = \text{ACS (l/día/m}^2\text{)} \times 0.001 \times \text{m}^2 / (\text{Horas típicas por día} \times 3600)$$



ACS	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
 Plantilla de ACS	Project DHW
Tipo	6-Eléctrica directa
CoP del ACS	0,8500
Combustible	1-Electricidad de la red
Temperaturas del agua	
Temperatura de salida (...)	60,00
Temperatura de entrada ...	10,00
Funcionamiento	
 Programación	Office_OpenOff_Occ

Tabla 73. Datos de ACS del edificio



## D) Ventilación natural

### Método de definición del aire exterior

Define el método empleado para establecer la tasa máxima de aire exterior que ingresa a la zona. Las opciones son:

- **Por zona:** se define la tasa de ventilación natural de la zona en cambios de aire por hora, por medio del control que aparece inmediatamente abajo.
- **Aire fresco mínimo por persona:** la tasa máxima de ventilación natural se define a partir de los Requerimientos de aire fresco, tal como se establece en la etiqueta de Actividad.



Tabla 74. Datos de ventilación del edificio

## E) Distribución de la temperatura exterior

Asume que la temperatura del aire en cualquier zona es completamente uniforme. Los datos de Distribución del Aire permite definir un gradiente de temperatura que varía dinámicamente dependiendo de:

- La temperatura exterior
- La temperatura interior
- La diferencia entre la temperatura interior y la exterior (Delta T interior-exterior)
- La carga sensible de calefacción
- La carga sensible de refrigeración

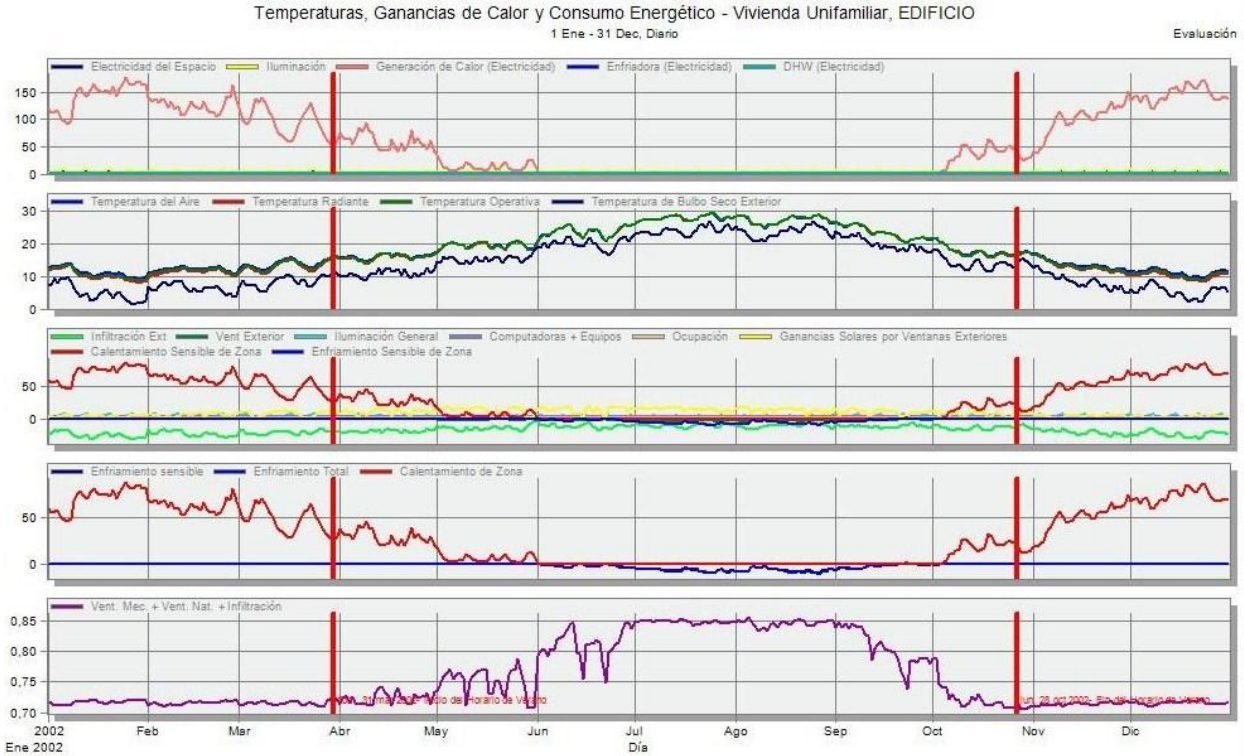


Tabla 75. Datos de temperaturas del edificio

### 4.3 Simulación

Se comprueban los consumos de nuestro edificio a partir de sus características iniciales.

En primer lugar, se muestra la simulación de las temperaturas, ganancias de calor y consumo energético anuales.



Gráfica 7. Simulación de temperaturas, ganancias de calor y consumo energético diario

Se puede comprobar ahora, el confort, como los parámetros de temperatura media y humedad relativa interior, mensualmente y anualmente.

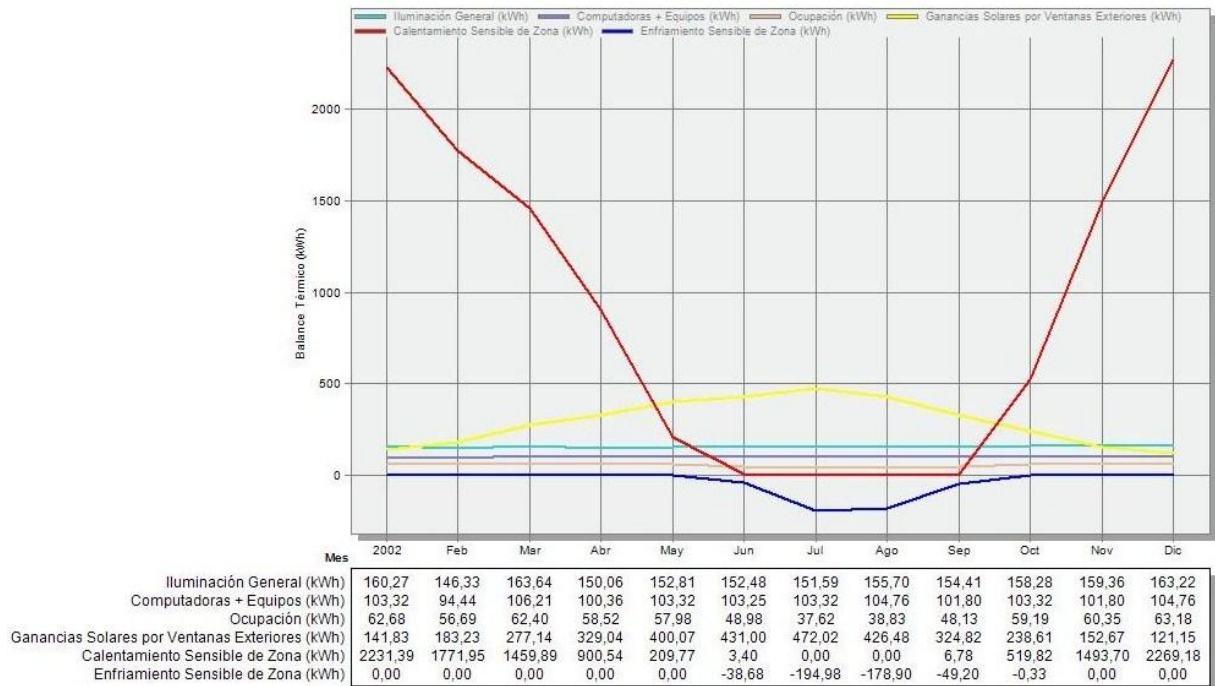


Gráfica 8. Confort de la vivienda anual

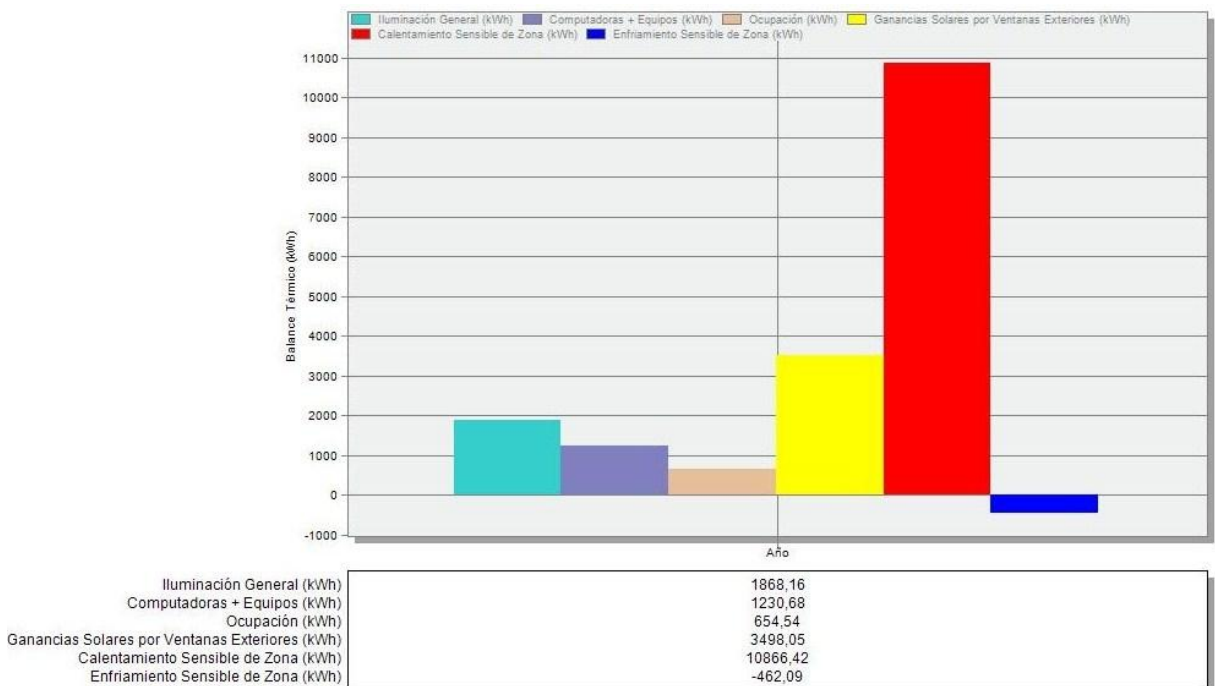
Podemos observar, en la gráfica 8, que la temperatura interior del edificio en los meses de invierno es baja y no llega a los 20°C, (que es la temperatura de ambiente interior media). Al igual que ocurre con la humedad relativa interior, que no es del 55% sino que está por debajo de este valor.

Esto no sería aceptable, pues no se tendrían unas condiciones de confort interior en el edificio.

Ahora se muestran las ganancias internas mensualmente y anualmente.



Gráfica 9. Ganancias internas, mensual



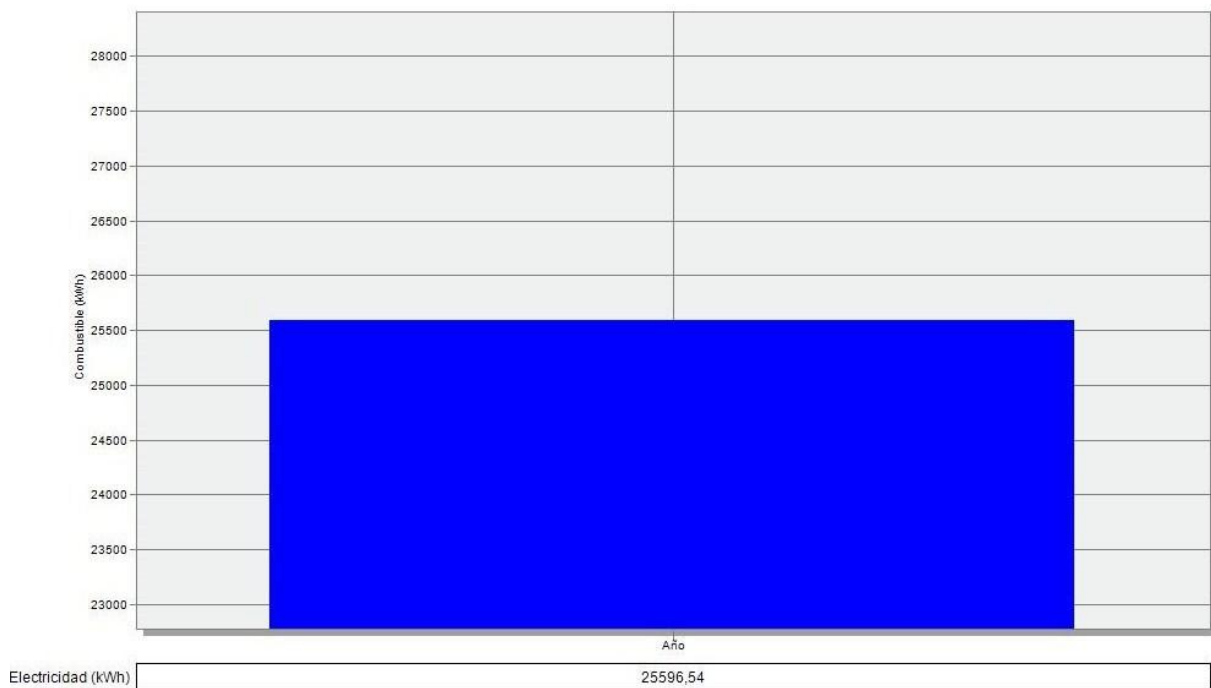
Gráfica 10. Ganancias internas, anual

Para concluir, se muestran los consumos totales de combustible, en nuestro caso de electricidad, mensualmente y anualmente, del edificio inicial.



Gráfica 11. Desglose de combustible total mensual

Se puede observar en la gráfica anterior el consumo mensual, por lo que se aprecia que en los meses de invierno el consumo se eleva.



Gráfica 12. Desglose de combustible total anual

Para terminar se muestra el combustible anual de 25.596,54 KW/h, por lo que se puede observar que pertenece a una demanda elevada.

05

**comparativa de las dos zonas climáticas**



## 05 COMPARATIVA DE LAS DOS ZONAS CLIMÁTICAS

Con el fin de obtener un resultado comparativo entre dos emplazamientos diferentes, vamos a cambiar la ubicación del edificio en Valdeganga (Albacete), y lo vamos a situar en Alboraya (Valencia).

Para ello, a través del análisis de datos obtenidos a lo largo de todo el estudio, se le asignarán las mismas características iniciales al edificio, como orientación, materiales, aislantes,... únicamente proponemos el cambio de la situación **climática/geográfica** que afectará al cumplimiento del CTE.

Los datos climáticos de la nueva zona geográfica son:

ZONA CLIMÁTICA (APDO 3,1,1 HE 1)		(Según Apéndice D del DB HE-1, a partir de valores tabulados)	
Altura de la Localidad:	5 metros	Altura Capital	8 m
<b>ZONA CLIMÁTICA</b>	<b>B3</b> (Según Tabla D.1)	Diferencia	-3 m

Tabla 76. Zonas climáticas. (Según el apéndice D del DB-H E1)

Como la diferencia de altura entre el municipio de Alboraya y Valencia es menor a 200 metros, le corresponderá la misma zona climática, B3.

Los datos de las condiciones interiores y exteriores son:

CLASIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DEL EDIFICIO			
Condiciones interiores del edificio:	HR Interior (Clase higrometría)	55	%
	T Interior	20	°C
Datos climáticos de enero (Tabla G.1):	T Exterior media, Capital ( $\theta_{ec}$ )	10,4	°C
	T Exterior media, Localidad ( $\theta_{el}$ )	10,4	°C
	HR Exterior media, Capital ( $\phi_e$ )	63	%

Tabla 77. Clasificación de las condiciones interiores y exteriores del edificio. (DB-HE1)

Los datos climáticos se toman a partir de la tabla G.1 del DB HE 1, del CTE, correspondientes al mes de enero, el cual es el más desfavorable.

Se comparan los resultados obtenidos en cuanto a su transmitancia térmica máxima:

### Transmitancia térmica máxima $U_{max}$

#### Valdeganga (ALBACETE)

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	PROYECTO	CTE	SOLUCIÓN
CUBIERTA $C_1$	<b>0,59</b>	<b>0,49</b>	<b>0,46</b>
CUBIERTA $C_2$	0,42	<b>0,86</b>	<b>0,35</b>
FACHADA $M_1$	0,50	<b>0,86</b>	<b>0,63</b>
FACHADA $M_2$	<b>1,60</b>	<b>0,86</b>	<b>0,81</b>
SUELO $S_{2,1}$	0,72	<b>0,86</b>	<b>0,53</b>
SUELO $S_{2,2}$	<b>0,98</b>	<b>0,86</b>	<b>0,42</b>
VIDRIO H y L	3,40	<b>3,50</b>	<b>2,60</b>
MARCOS H y L	<b>4,50</b>	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>

Tabla 78. Transmitancia térmica máxima. (Según tabla 2.1 D del DB-H E1)

#### Alboraya (VALENCIA)

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	PROYECTO	CTE	SOLUCIÓN
CUBIERTA $C_1$	0,59	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>
CUBIERTA $C_2$	0,42	<b>1,07</b>	<b>0,42</b>
FACHADA $M_1$	0,50	<b>1,07</b>	<b>0,73</b>
FACHADA $M_2$	<b>1,60</b>	<b>1,07</b>	<b>0,81</b>
SUELO $S_{2,1}$	0,72	<b>1,07</b>	<b>0,53</b>
SUELO $S_{2,2}$	0,98	<b>1,07</b>	<b>0,46</b>
VIDRIO H y L	3,40	<b>5,70</b>	<b>3,40</b>
MARCOS H y L	4,50	<b>5,70</b>	<b>4,50</b>

Tabla 79. Transmitancia térmica máxima. (Según tabla 2.1 D del DB-H E1)

Recordamos que en Valdeganga, la transmitancia térmica máxima no cumplía en la cubierta plana, en el muro en contacto con el garage (espacio no habitable), en el suelo encima del garage y con los marcos de las ventanas.

En cambio, en Alboraya, no tendríamos problemas nada más que en el muro en contacto con el garage.

ANEXO 2: Datos. ( D.4. FICHA 1: Cálculo de los parámetros característicos medios y FICHA 2: CONFORMIDAD- Demanda energética y FICHA 3: CONFORMIDAD- Condensaciones, en Valdeganga.).

ANEXO 2: Datos. ( D.5. FICHA 1: Cálculo de los parámetros característicos medios y FICHA 2: CONFORMIDAD- Demanda energética y FICHA 3: CONFORMIDAD- Condensaciones, en Alboraya.).



Se compara ahora, la transmitancia límite de los parámetros medios:

### Transmitancia de los valores característicos medios Ulim

#### Valdeganga (ALBACETE)

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	PROYECTO	CTE	SOLUCIÓN
FACHADA	0,50	0,66	0,63
SUELO	0,83	0,49	0,48
CUBIERTA	0,44	0,38	0,36
HUECOS ESTE	3,08	2,6	2,30
HUECOS OESTE	3,08	2,6	2,36
LUCERNARIOS	0,30	0,28	0,28

Tabla 80. Transmitancia límite de los parámetros medios. (Según tabla 2.2 del DB-H E1)

#### Alboraya (VALENCIA)

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	PROYECTO	CTE	SOLUCIÓN
FACHADA	0,50	0,82	0,74
SUELO	0,83	0,52	0,50
CUBIERTA	0,44	0,45	0,44
HUECOS ESTE	3,08	4,00	3,08
HUECOS OESTE	3,08	4,30	3,08
LUCERNARIOS	0,30	0,30	0,28

Tabla 81. Transmitancia límite de los parámetros medios. (Según tabla 2.2 del DB-H E1)

En cuanto a la transmitancia límite podemos observar que en Valdeganga, no cumplía en ninguno de los cerramientos salvo en las fachadas.

En Alboraya, estaríamos por debajo del límite permitido en todos los casos excepto en los suelos.

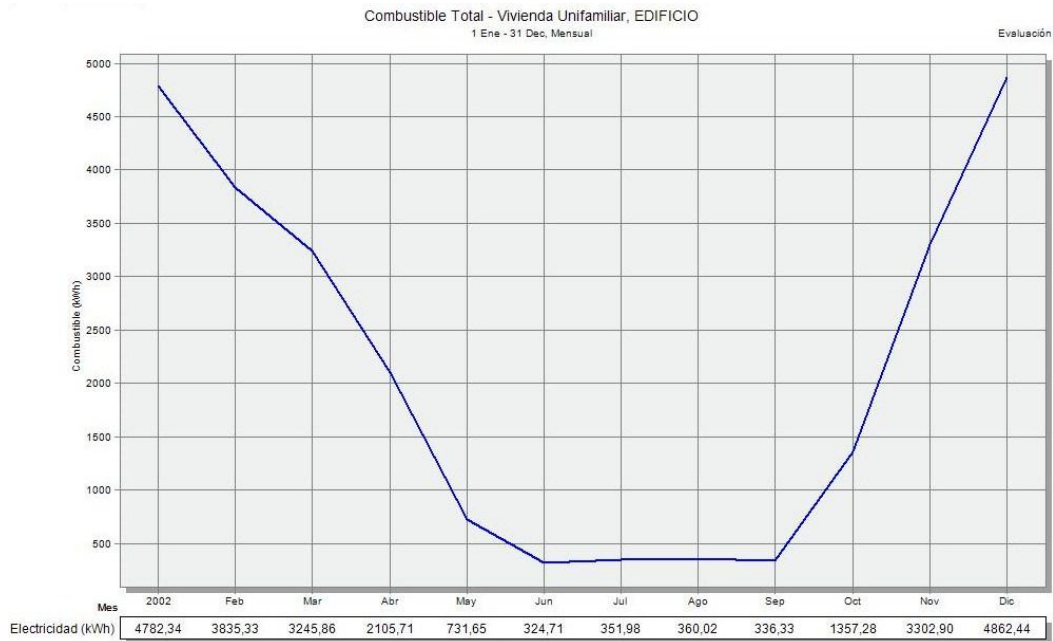
Y para terminar, una comparativa del consumo del edificio en los dos emplazamientos teniendo en cuenta que las instalaciones de cada zona son diferentes según:

**Valdeganga:** sistema de calefacción y ACS eléctricos y sistema de refrigeración eléctrico.

**Alboraya:** Sistema de refrigeración frío/calor y ACS eléctricos.

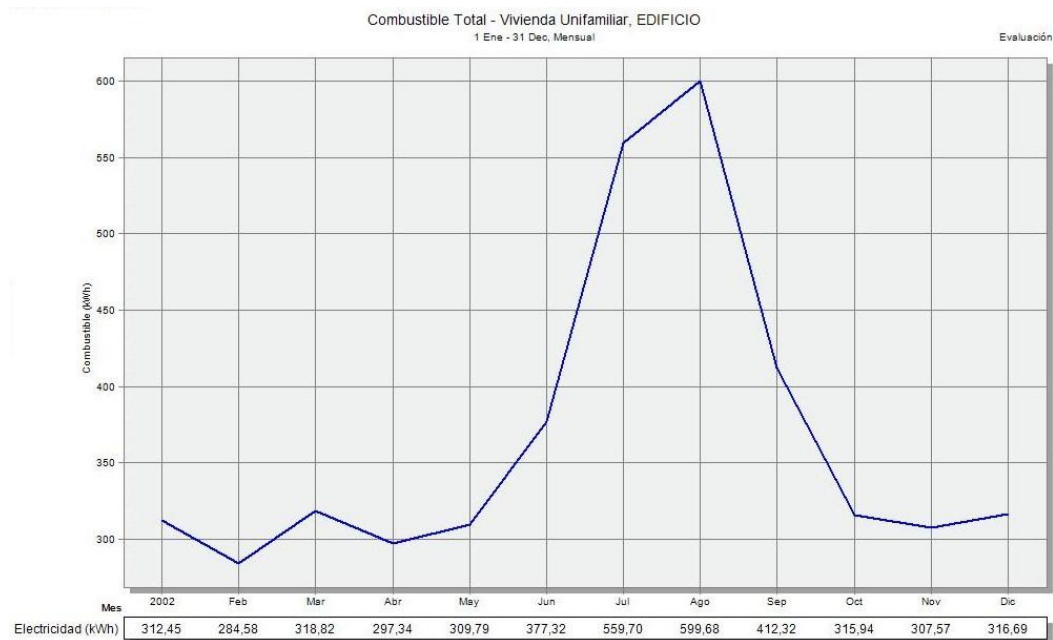
Los consumos obtenidos, mensualmente son los siguientes:

### Valdeganga (ALBACETE)



Gráfica 13. Consumo total mensual, en Valdeganga, Albacete

### Alboraya (VALENCIA)



Gráfica 14. Consumo total, mensual, en Alboraya, Valencia.

Se observa, que la demanda en Valdeganga, es mucho mayor en los meses de invierno que en los de verano, llegando a un consumo de 4.800 KWh en los meses de enero y diciembre y solamente de 350 KWh en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

En Alboraya ocurre justamente lo contrario, es decir, el consumo, en este caso de refrigeración, es mayor en los meses de verano, obteniendo su pico más alto en agosto y que corresponde a 600 KWh, mientras que en invierno, está sobre los 300 KWh.

Si comparamos ambas gráficas, se aprecia que el consumo es mucho más elevado en Valdeganga que en Alboraya, pues las condiciones climatológicas son distintas, siendo distintas también las severidades de las mismas.



# 06 conclusiones



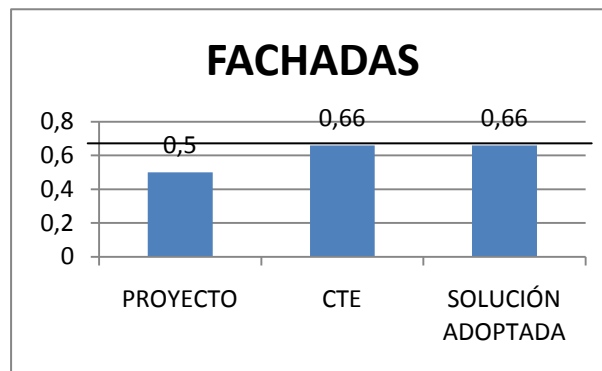
## 06 CONCLUSIONES

Para finalizar el procedimiento de cálculos de nuestro edificio se han comparado los resultados obtenidos del edificio objeto de estudio inicial y de su solución final mejorada, así como los datos obtenidos en la nueva ubicación en Alboraya, Valencia.

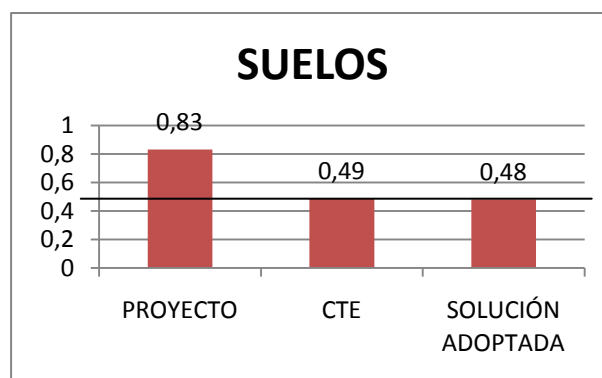
### 6.1 Evaluación energética

#### A) Edificio de partida, Valdeganga

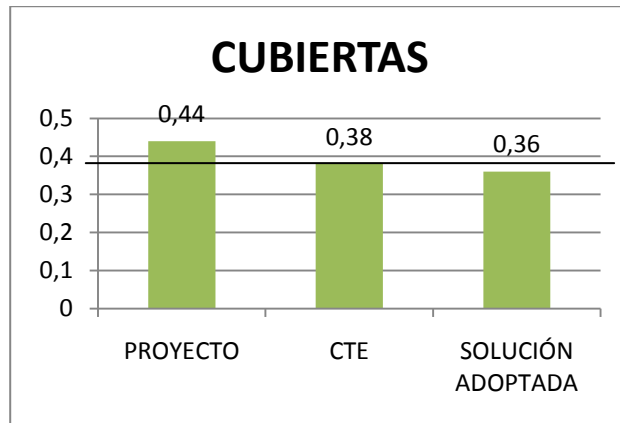
Recordando los resultados obtenidos en las tablas se han realizado las siguientes gráficas de comparación en fachadas, suelos y cubiertas del edificio:



Gráfica 15. Comparativa de los valores límite en fachadas



Gráfica 16. Comparativa de los valores límite en suelos

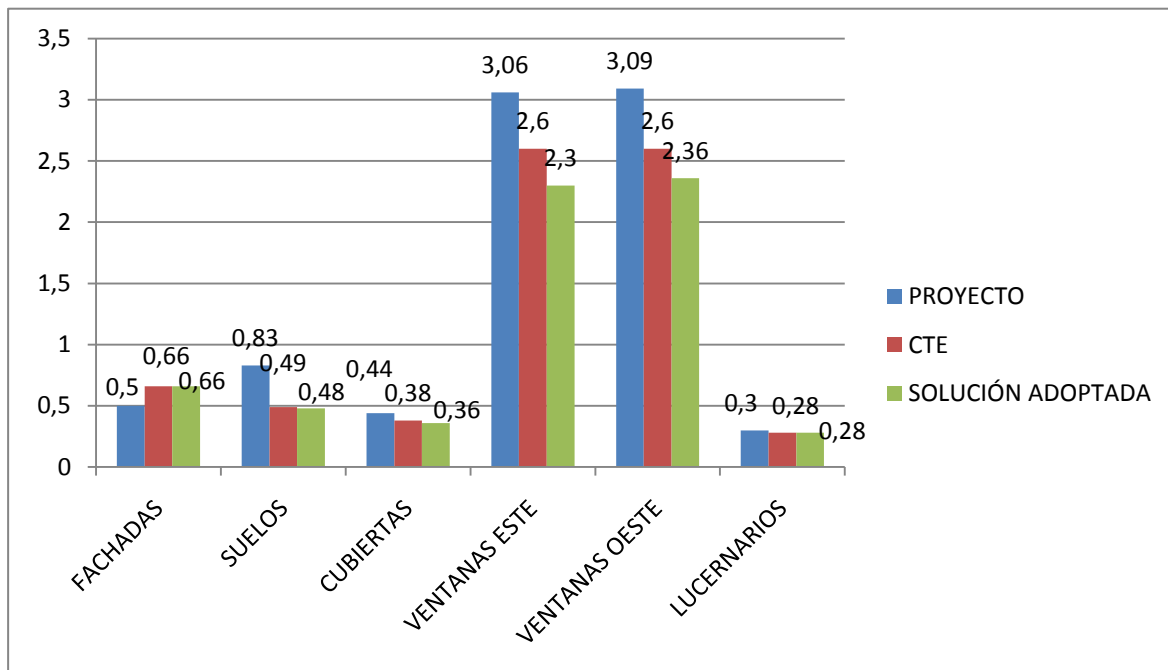


Gráfica 17. Comparativa de los valores límite en cubiertas

Como se observa en las gráficas 15, 16 y 17, en el único caso en el que el cerramiento tendría una transmitancia por debajo de los valores límite y por tanto correspondería a una buena solución, sería en el caso de las fachadas.

En cuanto a los suelos y cubiertas, vemos que no cumplen y además el valor de su transmitancia en el caso de los suelos es bastante elevado con respecto al límite establecido.

Vemos ahora, la comparación todos los cerramientos, en el que se observa que en el único que cumple nuestro edificio sigue siendo en el caso de las fachadas.



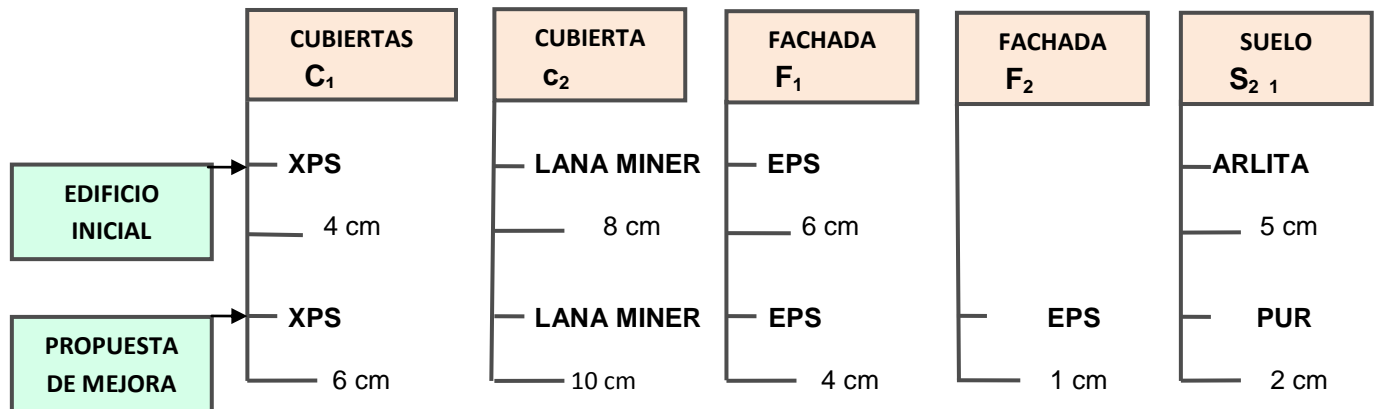
Gráfica 18. Comparativa de los valores límite de todos los elementos

La solución adoptada es la mínima de cumplimiento por el CTE.

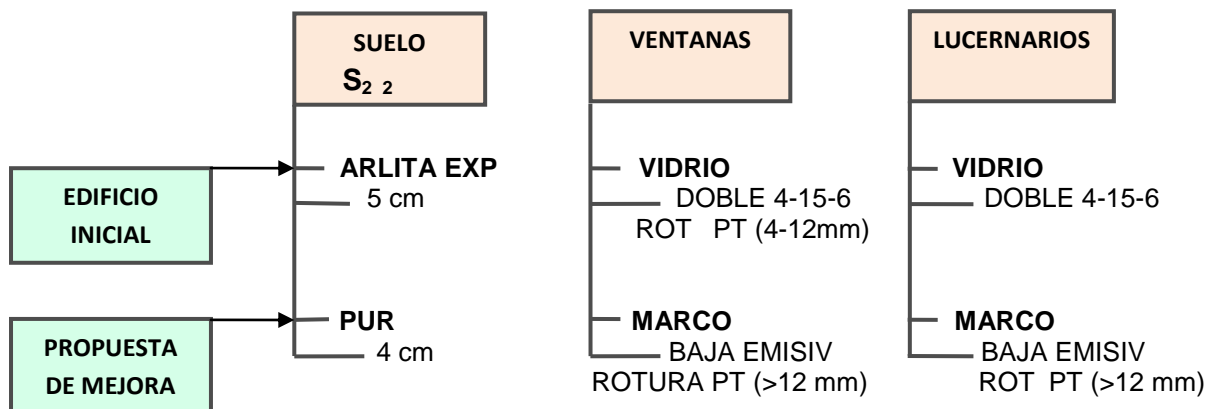


Para finalizar el procedimiento de cálculos de nuestro edificio se han comparado los resultados obtenidos del edificio objeto y de su solución.

Se detalla la mejora con respecto a los aislantes propuestos:

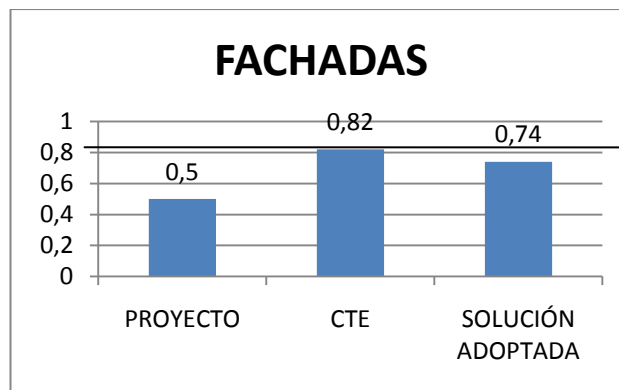


#### Mínimo espesor de cumplimiento

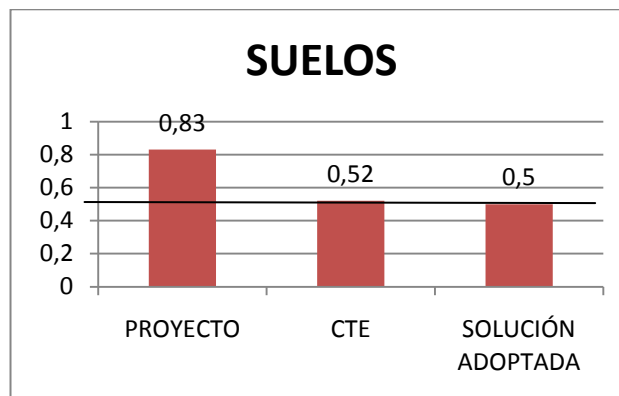


## B) Edificio en Alboraya

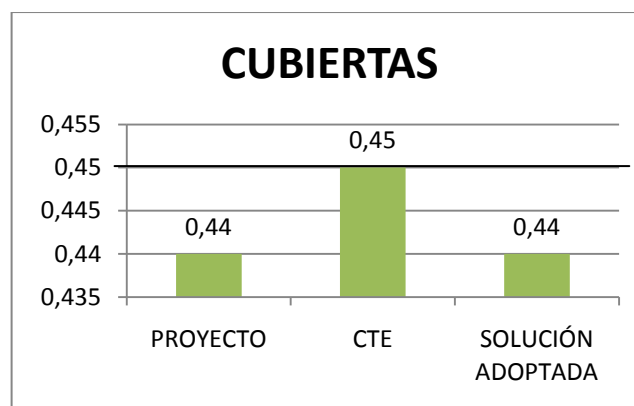
Con los resultados obtenidos, se han realizado las siguientes gráficas de comparación en fachadas, suelos y cubiertas del edificio:



Gráfica 19. Comparativa de los valores límite en fachadas



Gráfica 20. Comparativa de los valores límite en suelos

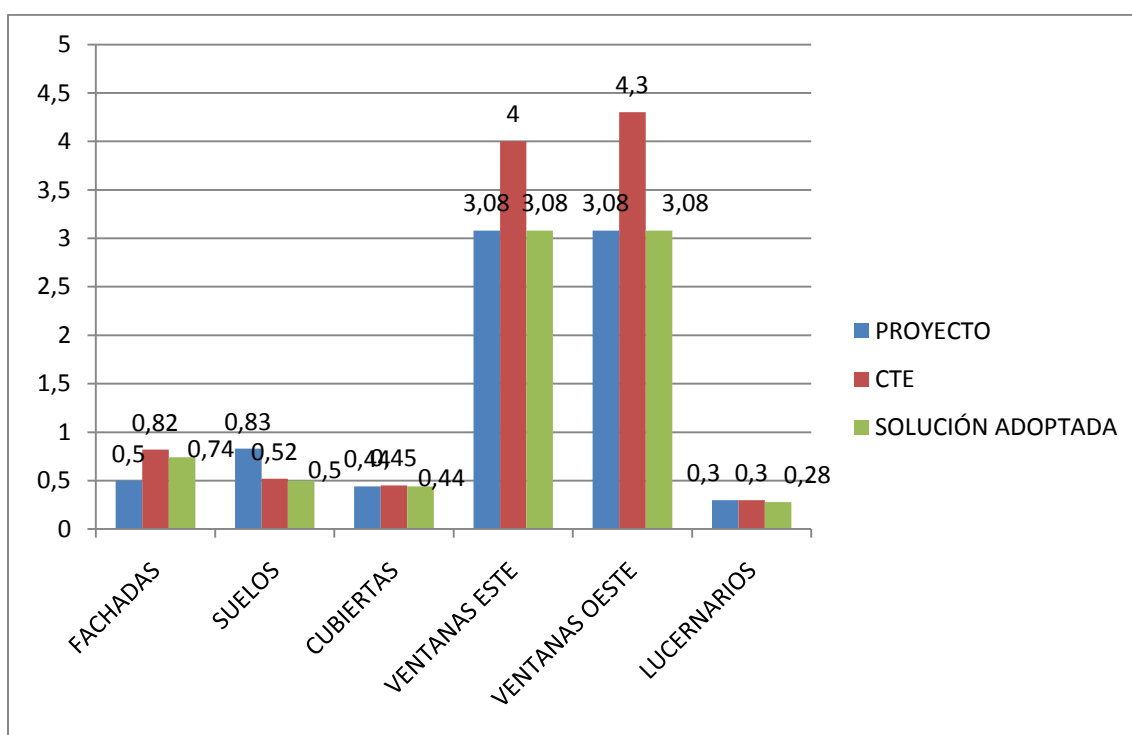


Gráfica 21. Comparativa de los valores límite en cubiertas

Como se observa en las gráficas 19, 20 y 21, los casos en los que el cerramiento tendría una transmitancia por debajo de los valores límite y por tanto correspondería a una buena solución, sería en las fachadas y en las cubiertas.

En cuanto a los suelos, vemos que no cumplen y además el valor de su transmitancia en este caso es bastante elevado con respecto al límite establecido.

Vemos ahora, la comparación de todos los cerramientos, los cuales cumplen en cuanto a su transmitancia térmica límite, excepto en el caso de los suelos.



Gráfica 22. Comparativa de los valores límite de todos los elementos

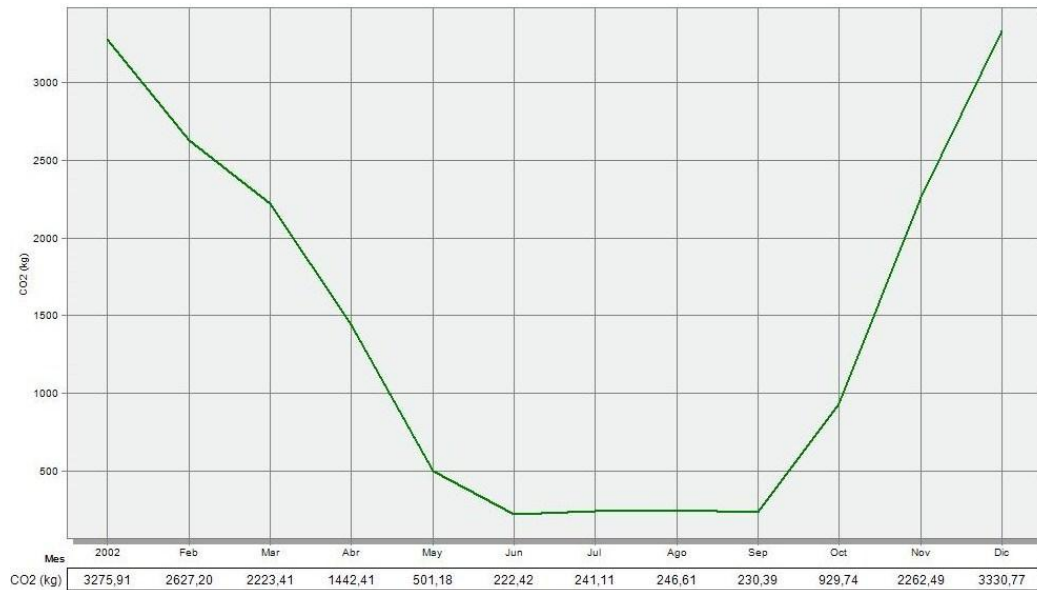
Si lo comparamos con los datos del edificio de partida en Valdeganga, se puede observar que en este caso es mucho más desfavorable debido a la diferencia climática de la zona.

## 6.2 Evaluación medioambiental

Se comprueba la producción de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mensualmente y anualmente. Se compara la solución inicial con la adoptada finalmente en el edificio de partida y de su solución o mejora.

### Solución inicial:

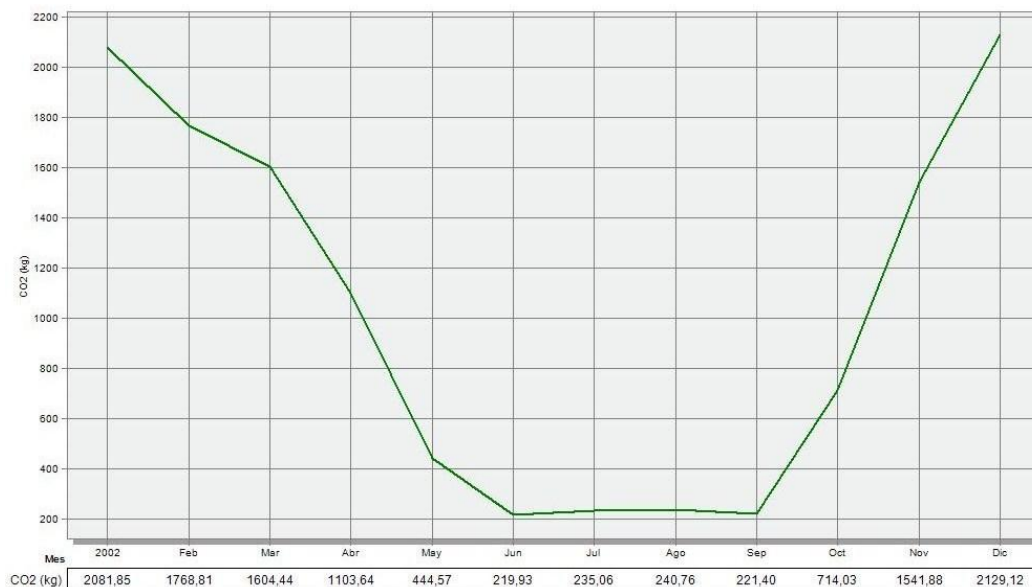
En la solución inicial, la producción de CO<sub>2</sub> es de 17.534 kg anuales, por lo que se dispone a reducirla.



Gráfica 23. Producción de CO<sub>2</sub>, mensual, en el edificio inicial

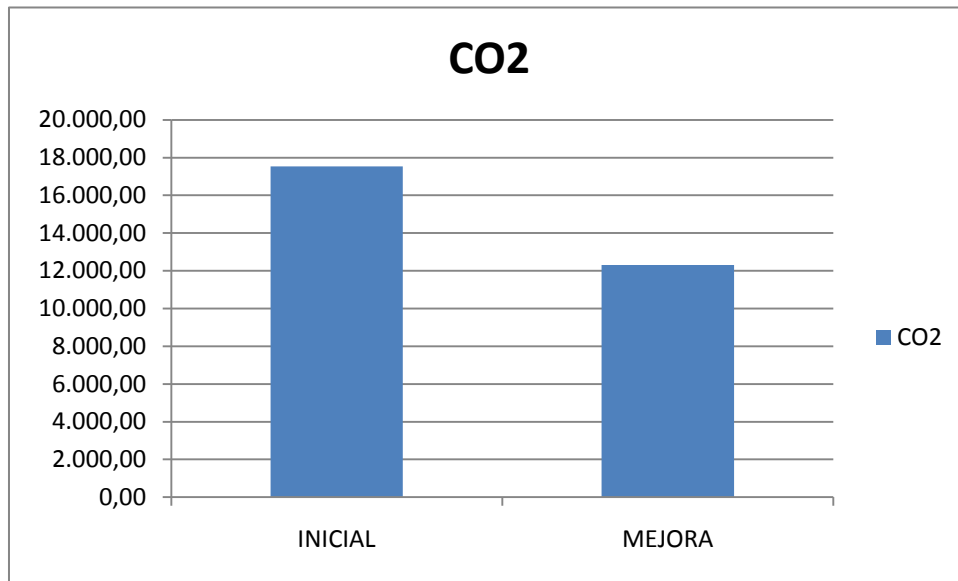
### Solución mejorada:

Para la solución adoptada tenemos una producción de CO<sub>2</sub> de 12.305 kg anuales.



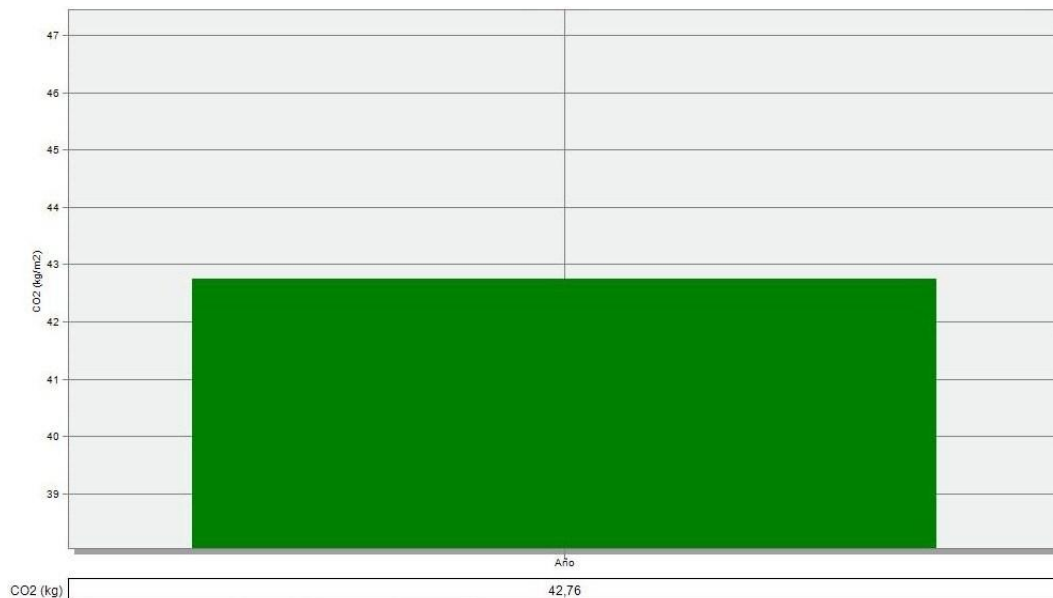
Gráfica 24. Producción de CO<sub>2</sub>, mensual, en la solución de mejora

Podemos observar la elevada disminución de CO<sub>2</sub>, por lo que la diferencia de CO<sub>2</sub> entre el edificio inicial y la solución propuesta es de 5.228,15 kg anuales.



Gráfica 25. Comparativa entre la solución inicial y la de mejora

Para terminar, se observa que la producción de CO<sub>2</sub> por cada m<sup>2</sup> en la solución de mejora, es de 42,76 kg.



Gráfica 26. Producción de CO<sub>2</sub>, por cada m<sup>2</sup>

### 6.3 Evaluación económica

Utilizando los datos obtenidos en el punto 5, se representan distintos casos de consumos con su presupuesto correspondiente, y el ahorro que supone con respecto de la solución inicial el edificio de partida:

	<b>INICIAL NO CUMPLE</b>	<b>MEJORA 1º MINIMO CUMPLIMIENTO</b>	<b>MEJORA 2º</b>
<b>CONSUMO ANUAL (KWh)</b>	25.596,54	24.503,16	17.964,20
<b>COSTE ANUAL (Euros)</b>	3.585,28	3.425,13	2.516,23
<b>AHORRO (Euros)</b>	-	153,15	1069,05
<b>AHORRO (%)</b>		4,27 %	29,82 %

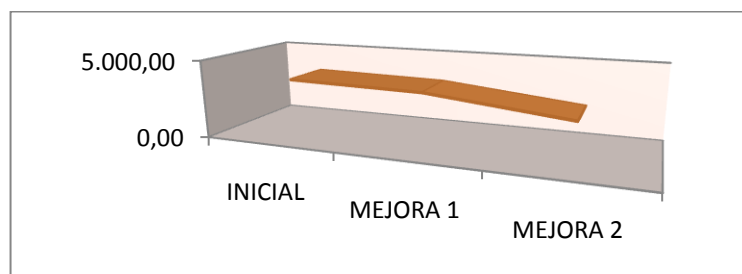
Tabla 82. Presupuesto Final

#### RESUMEN DE LA SOLUCIÓN MEJORADA:

**Precio del KWh de electricidad:** 0,140069 Euros. (FACTURA DE ELECTRICIDAD de mayo de 2011)

**Consumo anual de electricidad:** 17.964,20 KWh.

**Coste anual:** 2.516,23 Euros.



Gráfica 27. Comparación de los costes de las tres soluciones

El resultado inicial, corresponde a la solución real.

Los restantes resultados obtenidos constituyen dos posibles mejoras: la primera de ellas, si los materiales formados con el espesor mínimo de cumplimiento, es decir, los datos obtenidos en el punto 6.1 y la segunda con mejores materiales y aislantes de menor conductividad térmica y mayor espesor.

Podemos observar, que la diferencia es suficiente elevada. Si buscamos alternativas, ya en la fase de diseño del edificio, colocando estos materiales con mejores propiedades, aumentamos algo el precio de construcción, pero se puede comprobar que el ahorro anual es mucho mayor.

En la primera solución de mejora, solamente ahorramos un 4,27%, mientras que en la segunda el ahorro aumenta casi al 30%, por lo tanto ésta, es una buena solución.

#### 6.4 Tablas de resumen de transmitancias

Se adjuntan una serie de pruebas realizadas con **distintos aislantes y espesores** mediante unas tablas resumen para cada una de las soluciones constructivas de nuestro edificio.

A través de ellas, podemos ir comprobando la mejora que supondría la envolvente térmica del edificio y con ello, el consumo del mismo.

Así por ejemplo, en Albacete, en el caso de cubierta, la transmitancia térmica máxima de  $0,49 \text{ W/m}^2$ , si se quiere colocar un XPS, se comprueba que el espesor mínimo de cumplimiento es de 6 cm, por lo que si se colocan 8 cm o incluso 10 cm, vemos que la mejora es mucho mayor y por lo tanto el consumo de la vivienda disminuirá.

CUBIERTA $C_1$						
ESPEORES	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	20 cm
XPS Expandido 0,042 W/mK	0,83	0,59	0,46	0,38	0,32	0,18
EPS Poliest. Exp 0,029 W/mK	0,70	0,47	0,36	0,29	0,24	0,13
PUR Poliuretano 0,025 W/mK	0,66	0,43	0,32	0,25	0,21	0,11

CUBIERTA $C_2$						
ESPEORES	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm	20 cm
Lana de vidrio 0,05 W/mK	0,91	0,67	0,53	0,43	0,37	0,21
Lana/roca mineral 0,031 W/mK	0,74	0,50	0,38	0,30	0,25	0,14
Panel de vidrio celular 0,05 W/mK	0,91	0,67	0,53	0,43	0,37	0,21

FAHADA $F_1$						
ESPEORES	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	8 cm
EPS poliest exp 0,046 W/mK	0,87	0,73	0,63	0,56	0,50	0,41
EPS Poliest Exp 0,029 W/mK	0,71	0,57	0,48	0,41	0,36	0,29
PUR Poliuretano 0,025 W/mK	0,67	0,52	0,43	0,37	0,32	0,26

FAHADA $F_2$						
ESPEORES	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm
EPS poliest exp 0,046 W/mK	1,20	0,95	0,79	0,67	0,59	0,52
XPS Espuma rígida 0,032 W/mK	1,08	0,81	0,64	0,54	0,46	0,40
PUR Poliuretano 0,025 W/mK	0,99	0,71	0,55	0,45	0,38	0,33

SUELO $S_{2,1}$						
ESPESORES	2 cm	4 cm	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm
XPS Expandido 0,042 W/mK	0,91	0,63	0,55	0,49	0,40	0,33
XPS Expandido 0,0232W/mK	0,80	0,53	0,46	0,40	0,32	0,27
PUR poliuretano 0,025 W/mK	0,70	0,45	0,38	0,33	0,26	0,22

SUELO $S_{2,2}$						
ESPESORES	2 cm	4 cm	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm
XPS Expandido 0,042 W/mK	0,91	0,63	0,55	0,49	0,40	0,33
XPS Expandido 0,0232W/mK	0,80	0,53	0,46	0,40	0,32	0,27
PUR poliuretano 0,025 W/mK	0,70	0,45	0,38	0,33	0,26	0,22

Tabla 83. Tablas de resumen de transmitancias

Para finalizar, se quiere matizar que sería necesaria una valoración energética, en la fase de proyecto, es decir en el planeamiento o de toma de las decisiones, y también en la etapa de construcción y vida útil del mismo. Además es fundamental un cambio de actitud más responsable por parte del usuario final en temas de ahorro energético y buenas prácticas.

La idea es promover un cambio de mentalidad a la hora de construir, que se consideren alternativas como la orientación, y protecciones solares y se utilicen instalaciones más eficientes. Las estrategias en invierno son limitar las pérdidas (con aislamiento) y promover las ganancias (orientación ventanas, inercia). Las estrategias en verano son limitar las ganancias (protección y control solar) y facilitar las pérdidas (ventilación).

En nuestro clima, utilizando elementos de captación solar en invierno y de refrigeración y ventilación natural en verano, los edificios consumirían muy poca energía para llegar a las condiciones de confort ambiental interior.

El elemento más importante es la envolvente térmica (que junto a la orientación), siempre cumpliendo a lo establecido por la Normativa, se tienen en cuenta para conseguir una mayor eficiencia, con menor consumo y menor impacto ambiental.

A través del ejemplo realizado, se quiere demostrar la potencialidad del análisis de la eficiencia para los edificios y del ahorro energético y económico que supone en los mismos.



07

referencia bibliográfica



## 07 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

**[1]** UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).

[http://unfccc.int/portal\\_espanol/essential\\_background/kyoto\\_protocol/items/3329.php](http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/kyoto_protocol/items/3329.php), febrero 2011.

**[2]** Directiva 2010/31UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

**[3]** Plan de Energías Renovables 2011-2020, en cumplimiento de la propia directiva comunitaria sobre la materia (2009/28/CE) y energías renovables.

<http://www.idae.es/>, febrero 2011.

**[4]** Energía y Consumo. (Base documental. Guía didáctica). Fundación Asturiana de la Energía. (FAEN) y Agencia de Sanidad Ambiental y Consumo.

<http://faen.es/>, marzo 2011.

**[5]** “Arquitectura, Ingeniería y Construcción”. Portal, Buscador y Comunidad.

<http://www.construmatica.com>, marzo 2011.

**[6]** Asociación de Productores de energías Renovables.

<http://www.appa.es/>      <http://www.mazria.com/>, marzo 2011.

**[7]** Apuntes de Física. Andrea Salandín e Isabel Tort Ausina. Tema 11 “Aislamiento Térmico”, Universidad Politécnica de Valencia, 2008.

**[8]** RD 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación energética de los edificios de nueva construcción. Ministerio de Presidencia. BOE 31.1.2007, este RD transpone en parte la Directiva 2002/91/CE sobre eficiencia energética de edificios.

**[9]** “DesignBuilder”, Programa informático.

<http://sol-arq.com/>      <http://www.designbuilder.co.uk/>, mayo 2011.

**[10]** Ministerio de Vivienda, “Código Técnico de la Edificación, Documento Básico Ahorro de energía”, Abril 2009.

<http://www.codigotecnico.org/web/>, mayo 2011.

## OTRA BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- Documento Básico HE “Ahorro de energía”, Abril 2009.
- Ministerio de Vivienda, “Catálogo de Elementos Constructivos del CTE”, Mayo 2008.  
Base de datos del programa informático “LIDER”. Patrocinado por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).  
<http://www.idae.es/>, febrero 2011.
- Centro de Asesoramiento Tecnológico. Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla La Mancha.  
<http://www.cat-coacm.es/>, febrero 2011.
- Romero Sedó, A.M, Arrué Burillo, P y Aparicio Fernández, C, “Análisis del Documento Básico de Energía del Código Técnico de la Edificación (DB-HE)”, Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
- DIRECTIVA 93/76/CEE.
- Teruel Micó, Rebeca, “Estudio y Aplicación de los Materiales Sostenibles en la Ejecución de una Vivienda”, Proyecto Final de Carrera, ETS de Ingeniería de Edificación, inédito, Valencia, Septiembre 2010.
- Ministerio de Ciencia e Investigación, “Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas”, CIEMAT.  
<http://www.ciemat.es/> <http://www.arfrisol.com/>, febrero 2011.
- Portal, Buscador y Comunidad, “Arquitectura, Ingeniería y Construcción”.  
<http://www.construmatica.com/>, marzo 2011.

08

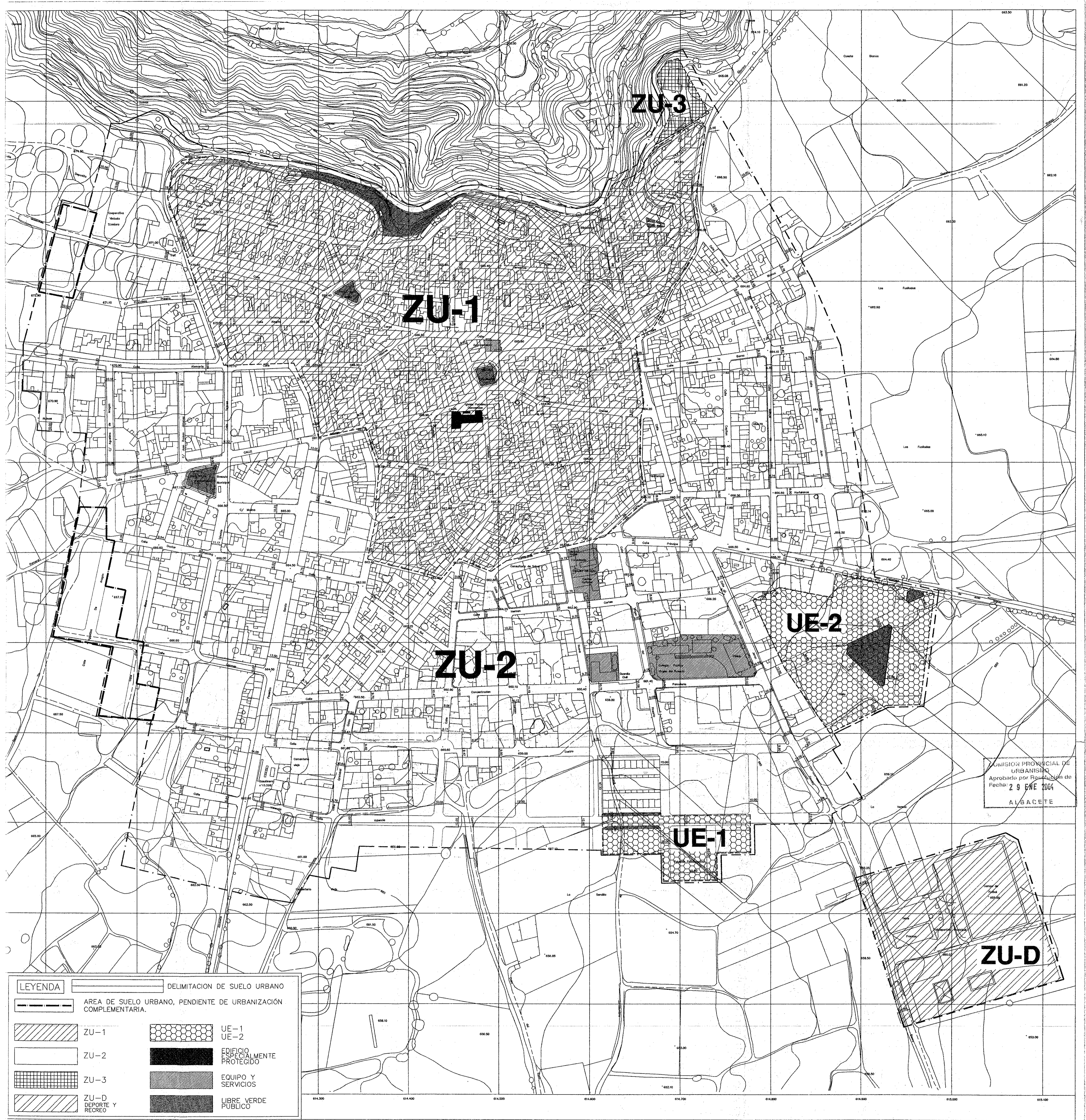
**anexos**



**anexo 1: Planos**







COMISION PROVINCIAL DE URBANISMO  
 Aprobado por Resolución de Fecha: 29 ENE 2004  
 ALBACETE

LEYENDA	
	DELIMITACION DE SUELO URBANO
	AREA DE SUELO URBANO, PENDIENTE DE URBANIZACION COMPLEMENTARIA.
	ZU-1
	ZU-2
	ZU-3
	ZU-D DEPORTE Y RECREO
	UE-1
	UE-2
	EDIFICIO ESPECIALMENTE PROTEGIDO
	EQUIPO Y SERVICIOS
	LIBRE VERDE PUBLICO

**AYUNTAMIENTO DE VALDEGANGA**

PROVINCIA : ALBACETE  
 MUNICIPIO : VALDEGANGA  
 NUCLEO : VALDEGANGA

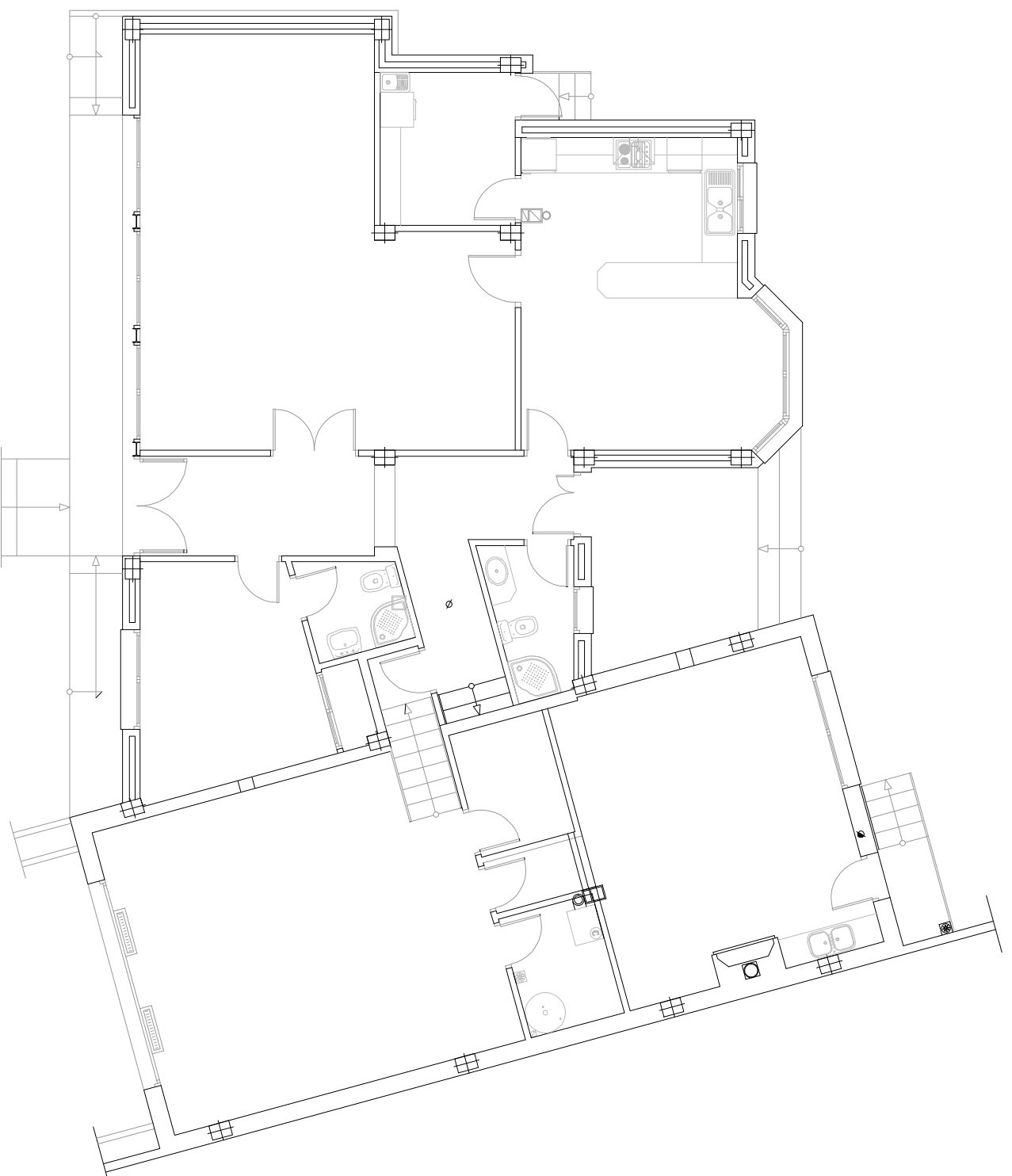
ESCALA 1:2.000

EQUIDISTANCIA DE CURVAS 2 m. PROYECCION U.T.M.

SIGNOS CONVENCIONALES		USOS DEL SUELO
	Edificación	M.a. MONTE ALTO
	Carretera-Hito Kilométrico	M.b. MONTE BAJO
	Muro, pared o tapia	S. SECANO
	Línea eléctrica	R. REGADIO
	Línea telefónica	H. HUERTA
	Piscina-Pozo-Transformador	V. VIÑEDO
	Torre Metélica-Poste-Farola	O. OLIVAR
	Camino de Herradura	P.d. PRADOS Y DEHESAS
	Senda	
	Ferrocarril	
	Alambrada	
	Línea de Término	
	Acequia	
	Límite de Cultivo	
	Curvas de nivel-Cota	
	Masa de árboles-Arbol	

**MODIFICACION PUNTUAL Nº1 DE NORMAS SUBSIDIARIAS DE PLANEAMIENTO MUNICIPAL**

PLANO	ZONIFICACION
ARQUITECTO : Fco. MARQUEÑO ORTEGA	FECHA
	<b>FEBRERO-04</b>
PLANO Nº	PLANO Nº
<b>1:2.000</b>	<b>04</b>



PLANO:  
PLANTA BAJA

Nº:  
P.2

ESCALA:  
1:100

ANEXO:  
1

FECHA:  
30-05-2011

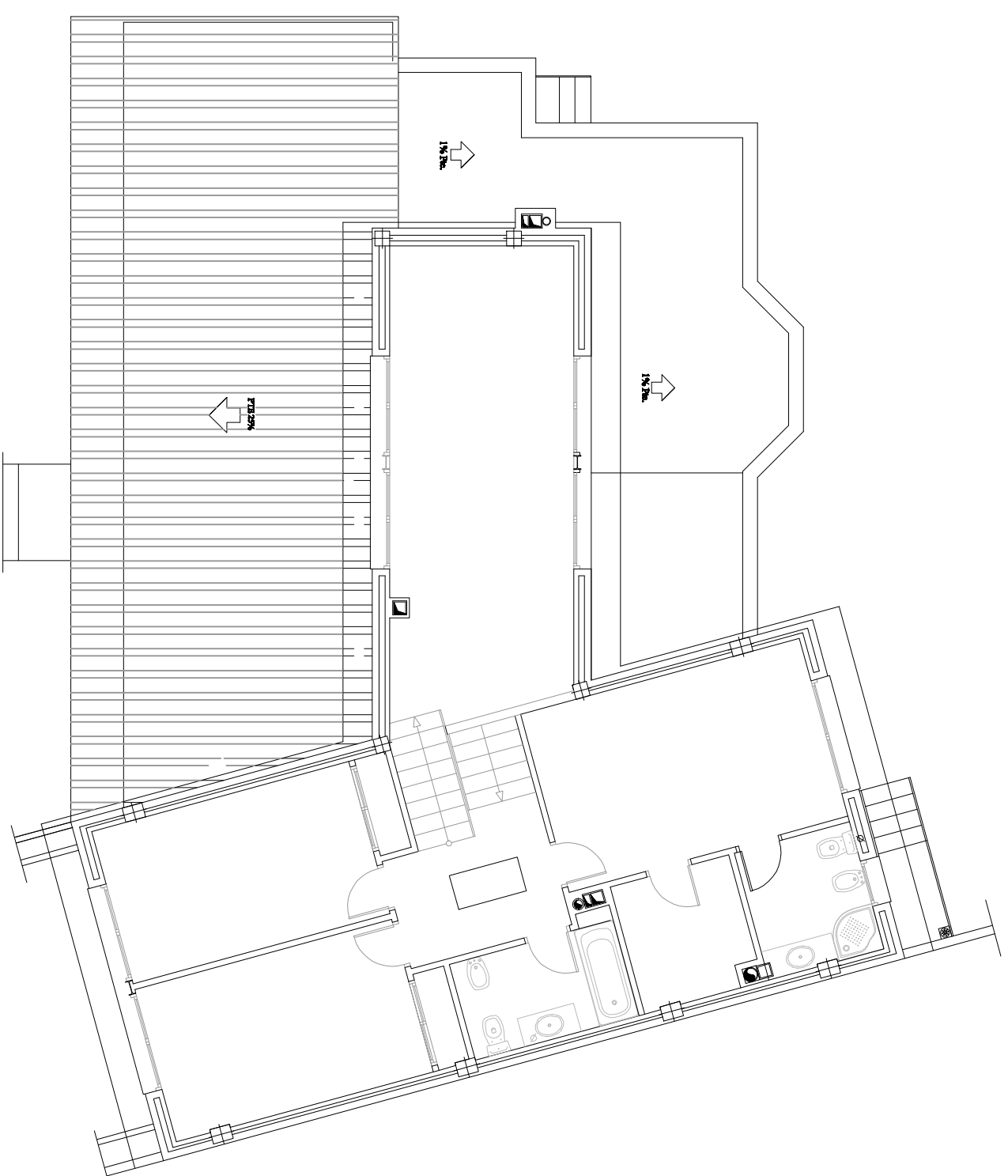
SITUACION:  
C/ NUEVA Nº 46

AUTORA:  
JIMÉNEZ DÍAZ,  
VERÓNICA

C/ JOSÉ BOND, 2  
VALDEGANGA  
(ALBACETE)

PROYECTO CIENTIFICO-  
TECNICO





PLANO:  
PLANTA ALTA

Nº:  
P.2

ESCALA:  
1:100

ANEXO:  
1

FECHA:  
30-05-2011

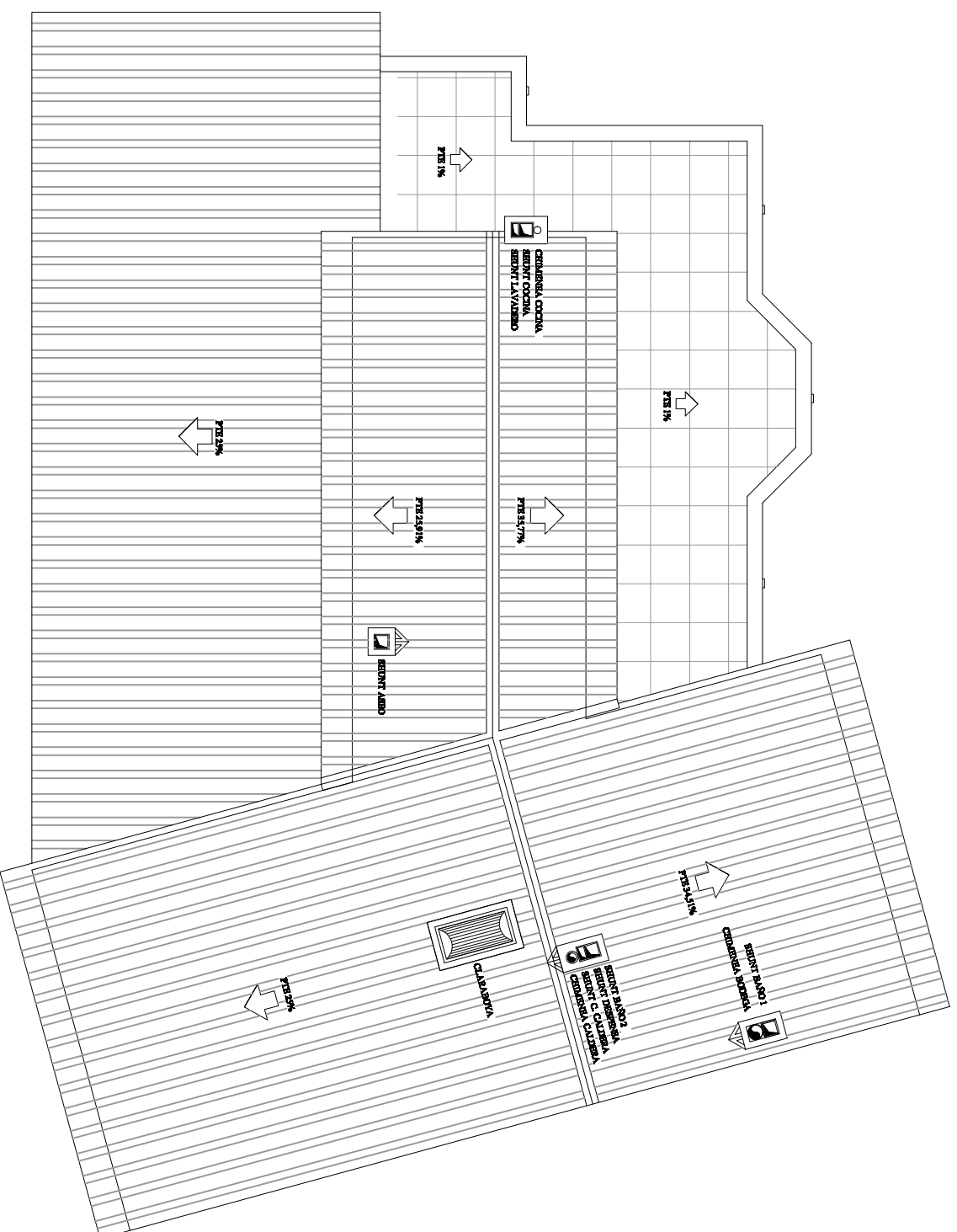
SITUACION:  
C/ NUEVA Nº 46

AUTORA:  
JIMÉNEZ DÍAZ,  
VERÓNICA

C/ JOSÉ BOND, 2  
VALDEGANGA  
(ALBACETE)

PROYECTO CIENTIFICO-  
TECNICO





PLANO:  
PLANTA DE  
CUBIERTAS

Nº:  
P.3

ESCALA:  
1:100

ANEXO:  
1

FECHA:  
30-05-2011

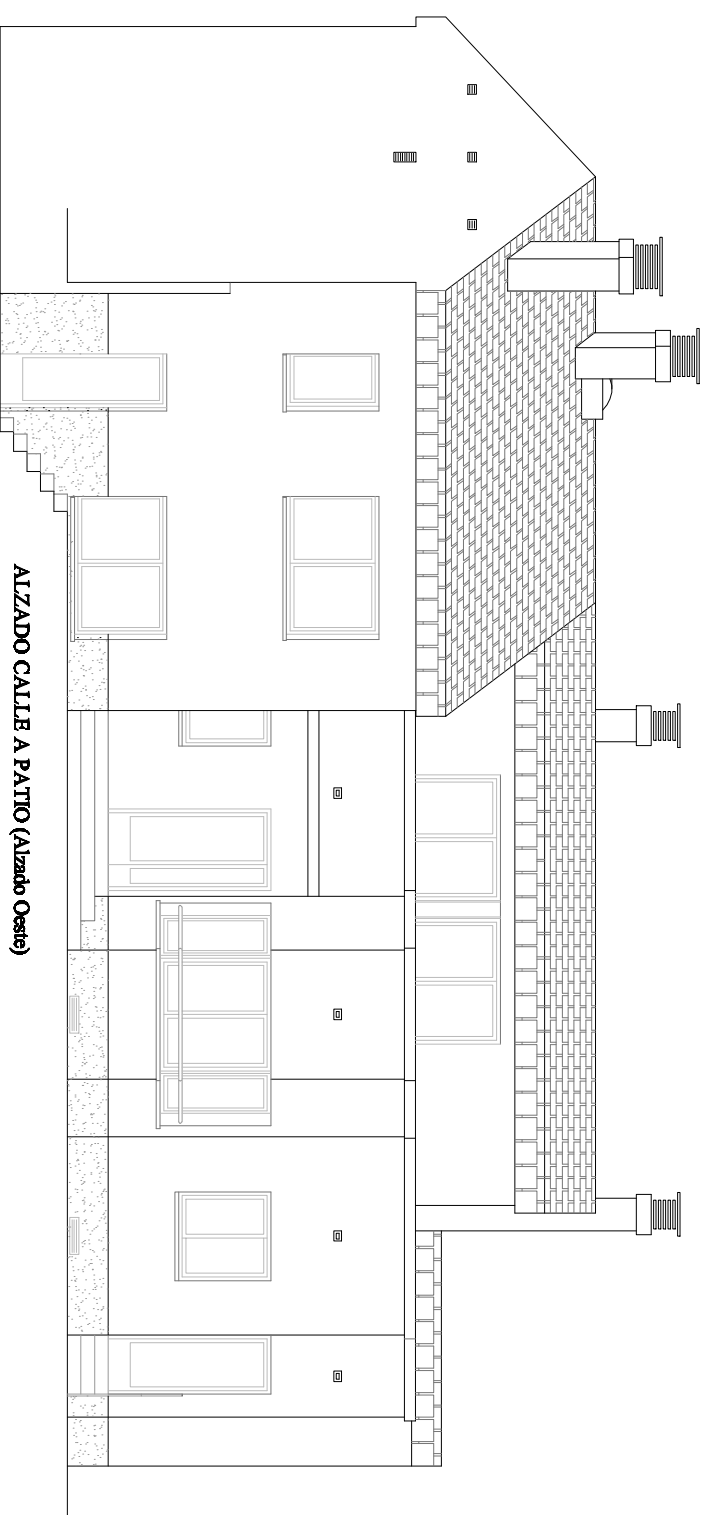
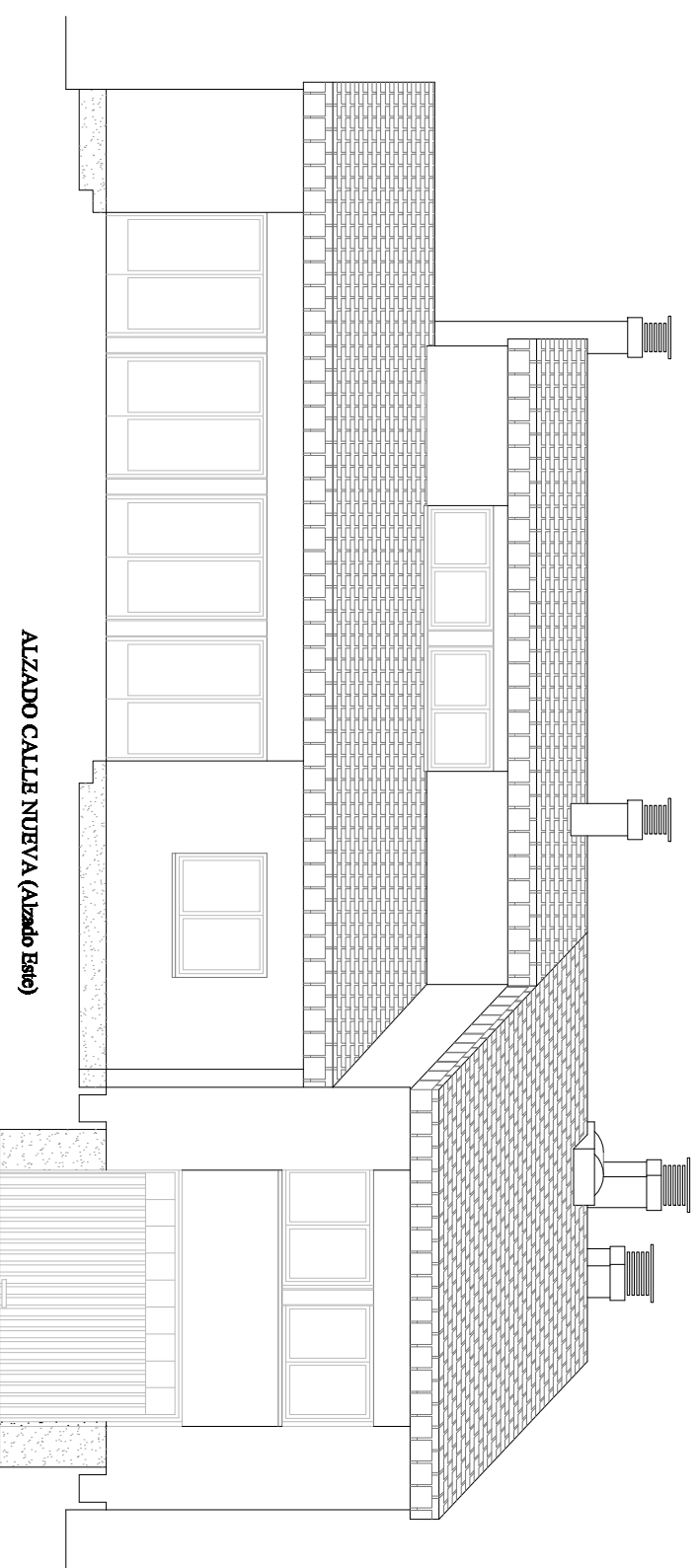
SITUACION:  
C/ NUEVA Nº 46

AUTORA:  
JIMÉNEZ DÍAZ,  
VERÓNICA

C/ JOSÉ BOND, 2  
VALDEGANGA  
(ALBACETE)

PROYECTO CIENTIFICO-  
TECNICO





PLANO:  
ALZADO PRINCIPAL  
Y ALZADO  
POSTERIOR

Nº:  
P.4

ESCALA:  
1:100

ANEXO:  
1

FECHA:  
30-05-2011

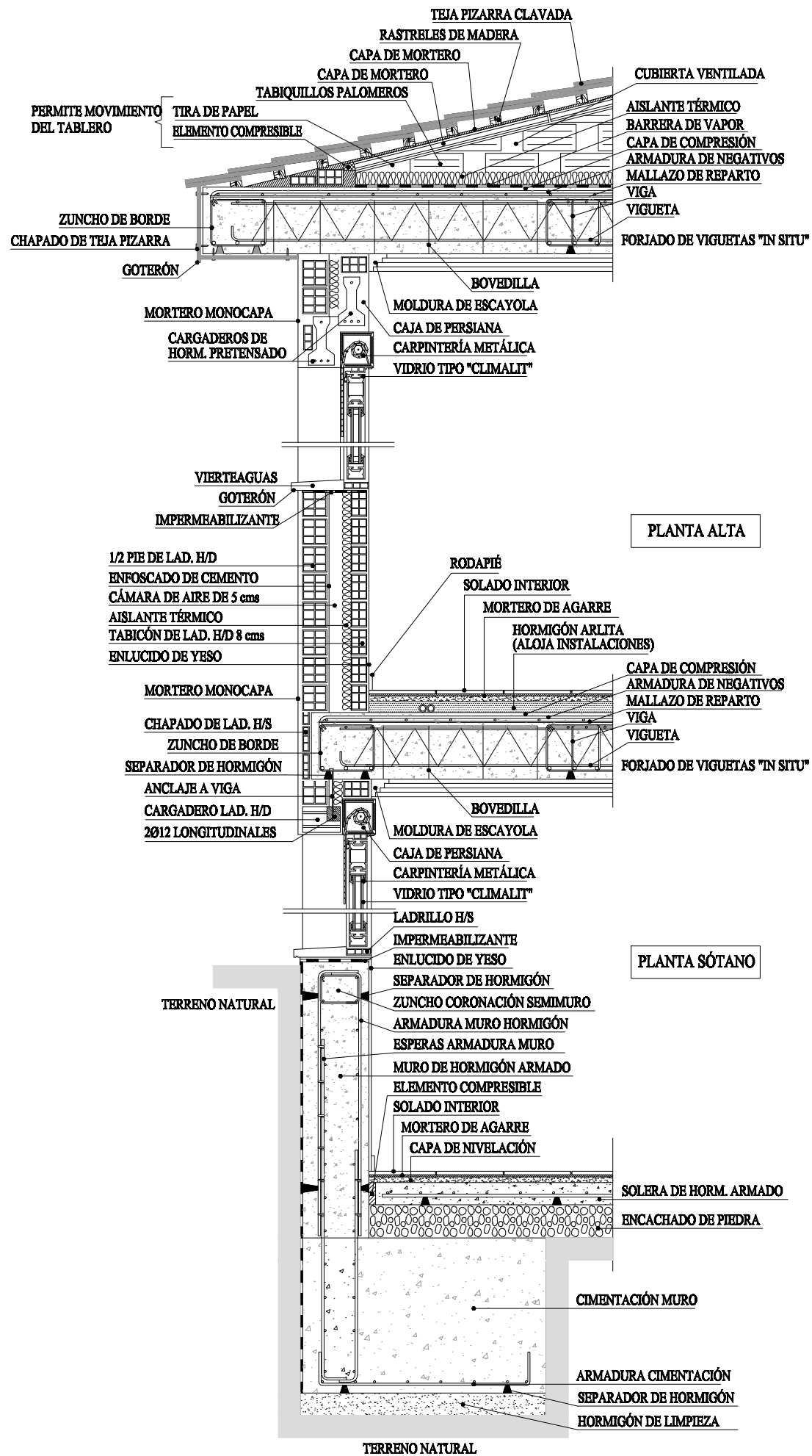
SITUACION:  
C/NUEVA Nº 46

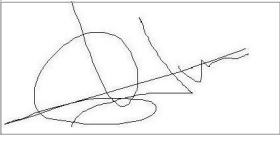
C/JOSÉ BOND, 2  
VALDEGANGA  
(ALBACETE)

AUTORA:  
JIMÉNEZ DÍAZ,  
VERÓNICA


PROYECTO CIENTIFICO-  
TÉCNICO

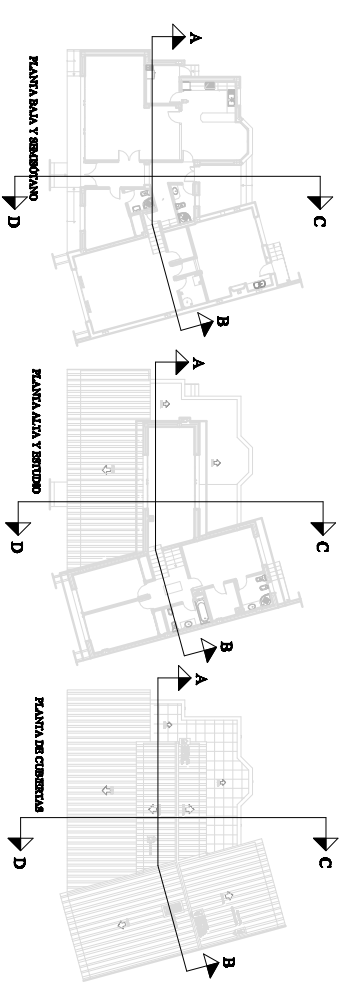




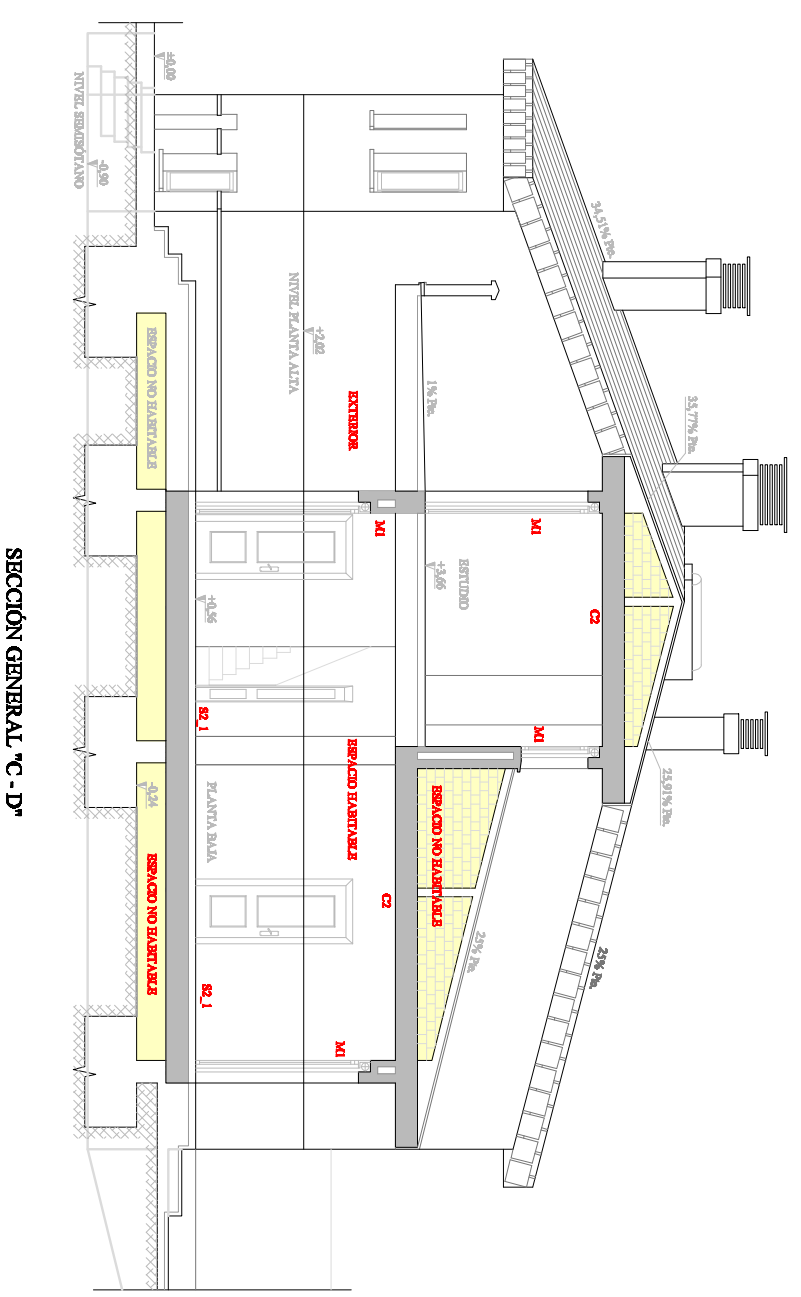
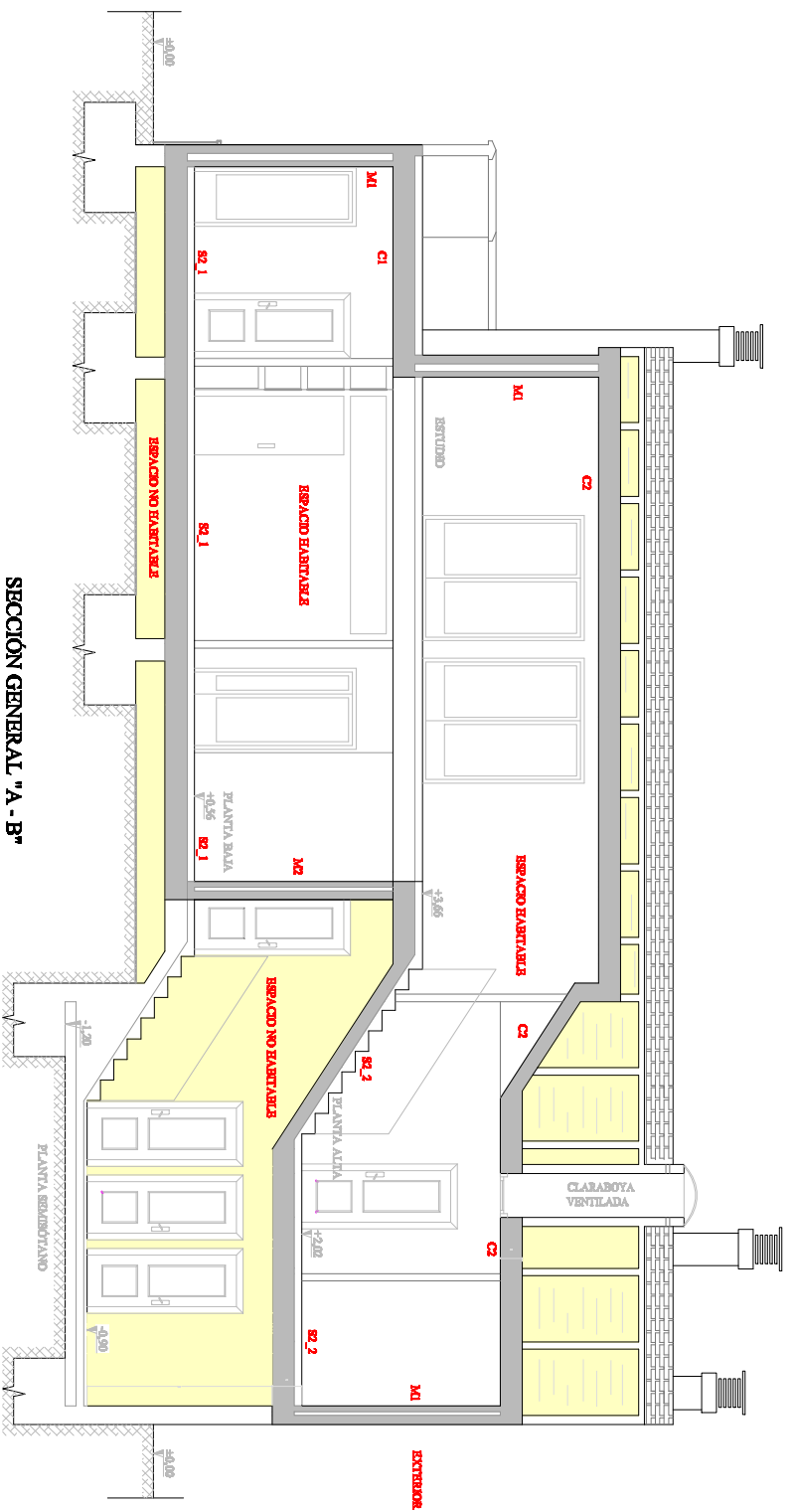
PLANO: DETALLE CONSTRUCTIVO	SITUACIÓN: C/NUEVA Nº 46	C/JOSÉ BONO, 2 VALDEGANGA (ALBACETE)
Nº: P.5	ESCALA: 1:100	AUTORA: JIMÉNEZ DÍAZ, VERÓNICA
ANEXO: 1	FECHA: 30-05-2011	

PROYECTO CIENTIFICO-  
TÉCNICO





ESCALA 1:500



PLANO:  
ENVOLVENTE  
TÉRMICA DEL  
EDIFICIO

Nº:  
P.6

ESCALA:  
1:100

ANEXO:  
1

FECHA:  
30-05-2011

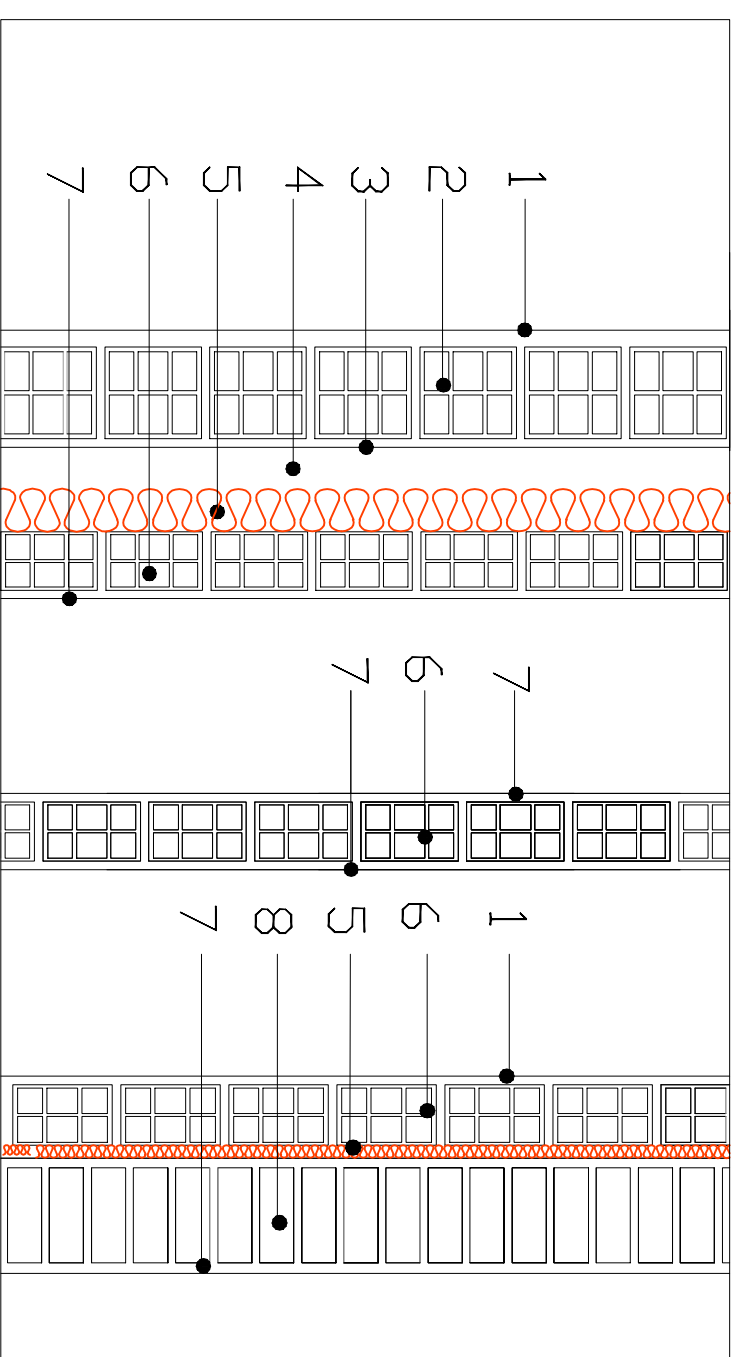
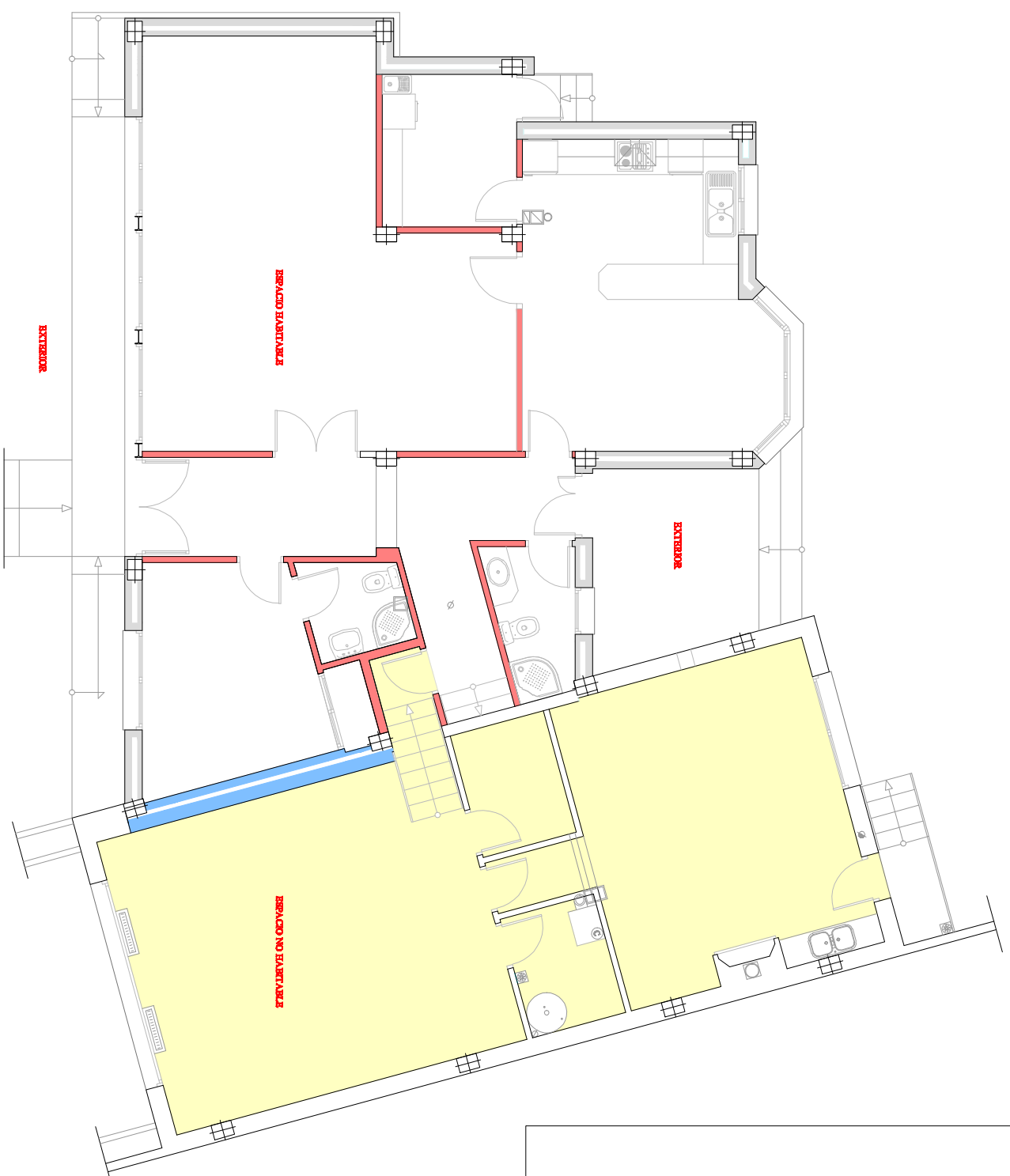
SITUACIÓN:  
C/ NUEVA Nº 46

AUTORA:  
JIMÉNEZ DÍAZ,  
VERGÍNICA

C/JOSÉ BOND, 2  
VALDEGANGA  
(AL BACETE)

PROYECTO CIENTIFICO-  
TÉCNICO





FACHADA F1

TABIQUE INTERIOR

TABIQUE CON ESPACIOS NO HABITABLE

### LEYENDA

1. MORTERO MONOCAPA
2. 1/2 PIE DE LADRILLO HUECO
3. ENFOSCADO DE CEMENTO
4. CÁMARA DE AIRE
5. AISLANTE TÉRMICO
6. TABICÓN DE LADRILLO HUECO DOBLE
7. ENLUCIDO DE YESO
8. 1/2 PIE DE LADRILLO PERFORADO

PLANO:  
TIPOS DE CERRAM. QUE DELIMITAN LOS ESPACIOS HABITABLES, NO HABITABLES Y EL EXTERIOR

Nº:

P.7

ESCALA:

1:100

SITUACIÓN:  
C/ NUEVA Nº 46

C/ JOSÉ BOND, 2  
VALDEGANGA  
(ALBACETE)

AUTORA:  
JIMÉNEZ DE AZ,  
VERGÍNICA

ANEXO:

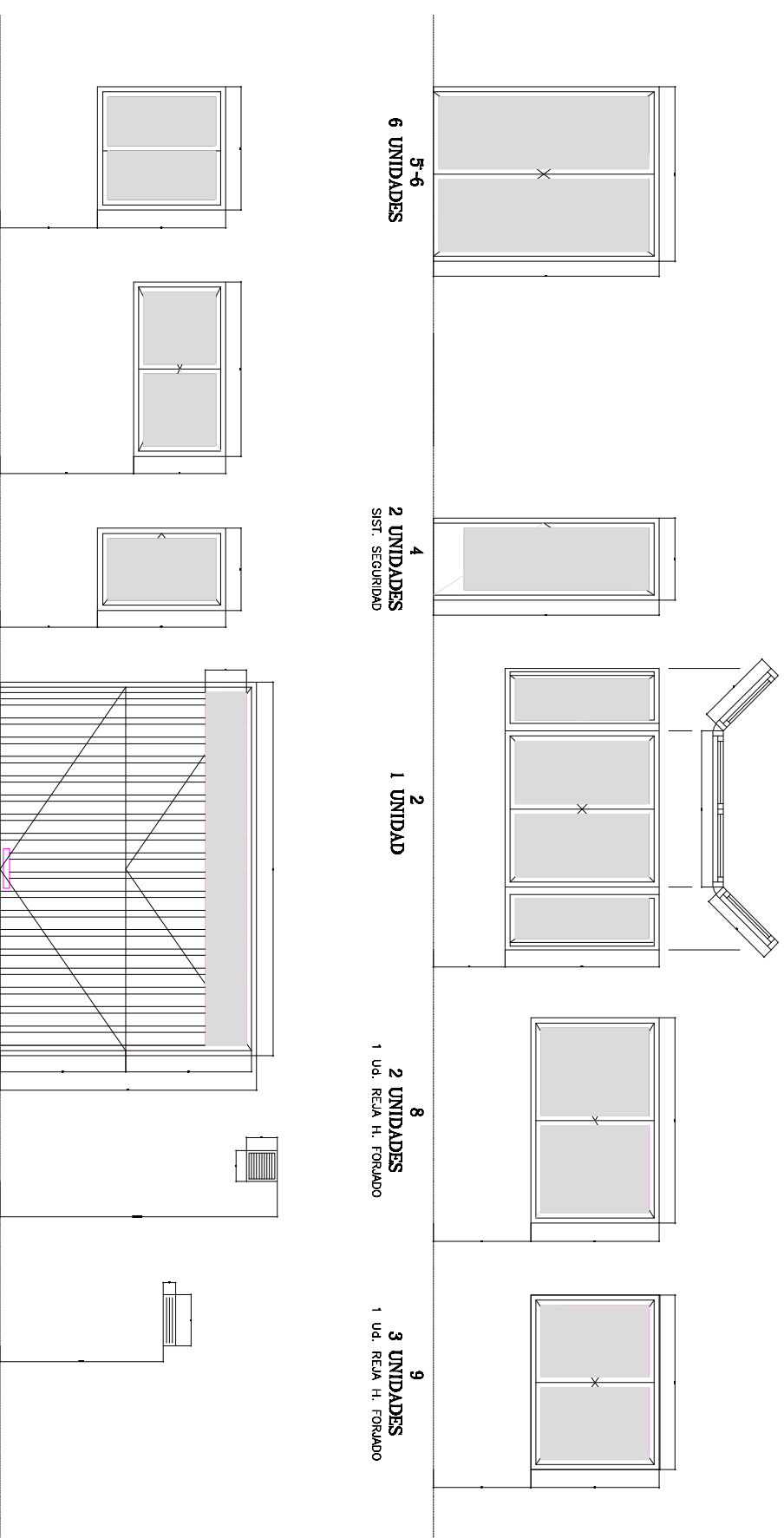
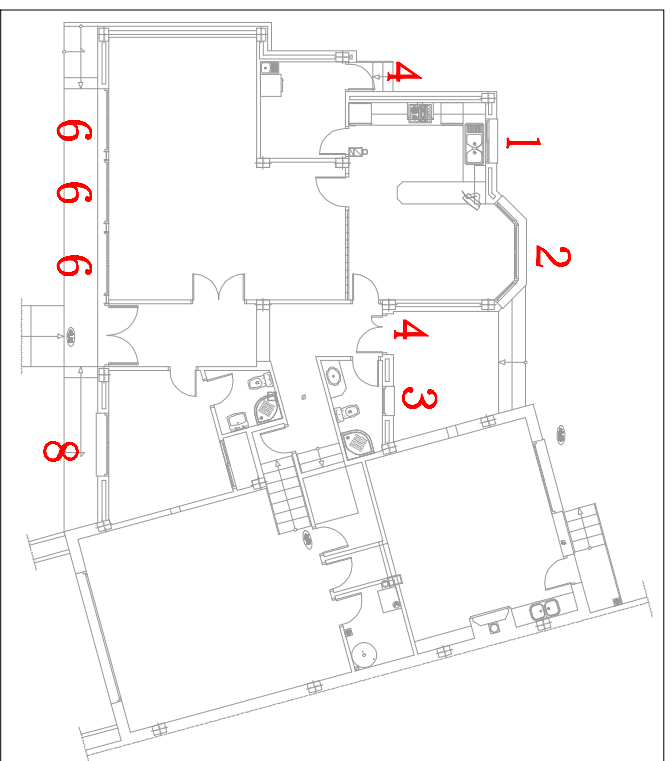
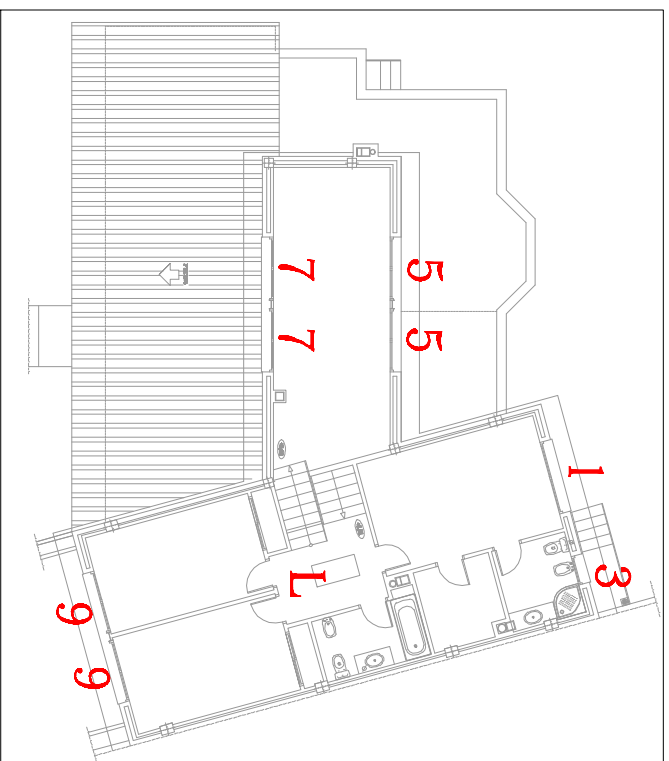
1

FECHA:  
30-05-2011

PROYECTO CIENTIFICO-  
TÉCNICO







1 UNIDAD

2 UNIDADES

2 UNIDADES

1 UNIDAD  
AUTOMÁTICA BASCULANTE

1 UNIDAD  
REJILLA "GRADULUX"  
VENTILACION BAÑO 2

12 UNIDADES  
VENTILACION CÁMARA

5-6  
6 UNIDADES

4  
2 UNIDADES  
SIST. SEGURIDAD

2  
1 UNIDAD

8  
2 UNIDADES  
1 UD. REJA H. FORJADO

9  
3 UNIDADES  
1 UD. REJA H. FORJADO

PLANO:  
MEMORIA DE  
CARPINTERIA

Nº:  
P.8

ESCALA:  
1:100

ANEXO:  
1

FECHA:  
30-05-2011

SITUACION:  
C/NUEVA Nº 46

AUTORA:  
JIMÉNEZ DÍAZ,  
VERGÍNICA

C/JOSÉ BOND, 2  
VALDEGANGA  
(ALBACETE)

PROYECTO CIENTIFICO-  
TECNICO



**anexo 2: Datos**



## D.1. Catálogo de la teja de Pizarra

**VARIEDAD DE FORMATOS**

Las placas Onduline Bajo Teja están compuestas por una armadura base de fibras (minerales y vegetales) y resinas termo-estables saturadas en asfalto a alta temperatura.

Existen diferentes formatos con los que se dota de impermeabilidad a todo tipo de tejados, independientemente del tipo de teja con el que esté construido.

Asfalto + resina + fibra

**BT 235**  
 Mixta sin encaje  
 DE 18,5 A 22cm

**Nueva BT 150**  
 Mixta sin encaje    Plana    Mixta    Hormigón    Pizarra  
 DE 18,5 A 22cm

**BT 50**  
 Pizarra    Plana    Mixta    Hormigón  
 DE 18,5 A 21cm

**BT 200**  
 DE 15 A 18cm

**BT 190**

**CARACTERÍSTICAS DEL BT**

**DATOS TÉCNICOS DE LOS PRODUCTOS ONDULINE BAJO TEJA**

**COMPLETA GAMA DE ACCESORIOS**

	Modelo BT 235	Modelo BT 200	Modelo BT 190	Modelo BT 150 Plus	Modelo BT 50	Listón BT
Aplicaciones	Tejas curvas entre 18 y 22,5 cm	Tejas curvas entre 15 y 18 cm	Tejas curvas más de 22,5 cm	Teja mixta, plana, de hormigón o pizarra		
Largo	2020mm	2020mm	2020mm	2020mm	2020mm	2000mm
Ancho	1050mm	1050mm	1050mm	1050mm	1050mm	400mm
Altura de onda	36mm	22mm	36mm	36mm	22mm	20mm
Espesor	2,5mm	2,5mm	2,5mm	2,5mm	2,5mm	1mm
Peso	3kg/m <sup>2</sup>	3kg/m <sup>2</sup>	3kg/m <sup>2</sup>	3kg/m <sup>2</sup>	3,1kg/m <sup>2</sup>	250gr/m
Conductividad térmica	0,04W/m °K					
Número de ondas	9+4 planas	11+10 lisas	11	18 + 4 planas	22	
Unidades / paquete	330	330	350	330	300	612
Perfil						
Color	rojo					blanco

PRODUCTOS	PERFIL	APLICACIÓN	DIMENSIONES	COLOR
Ondufilm		Sellados de juntas entre placas Onduline	(15 - 22,5 - 45cm) x 10ml	Teja, plomo, aluminio y mármol
Onduflex		Pegado de tejas	300cc	Teja
Peine		Remate de alero antipájaros	100 x 8 cm	Negro

TORNILLERÍA	PERFIL	APLICACIÓN	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)
Tirafondo 6		Fijación de BT150, BT 190, BT200 y BT235 a soporte de madera	6	0,5
Clavo cabeza PVC		Fijación de BT150, BT 190, BT200 y BT235 a soporte de madera	7	0,3
Clavo espiral		Fijación de BT50, BT150, BT 190, BT200 y BT235 a soporte de madera	8 - 9 - 10,5 - 11,5	0,4
Clavo taco		Fijación de BT50, BT150, BT 190, BT200 y BT235 a soporte de hormigón	7 - 9 - 13 - 16	0,5

## D.2 Informe de Condensaciones de la cubierta.

Capital de provincia: Albacete

Condiciones exteriores para el mes de enero: T = 5 °C, HR = 78 %

Condiciones interiores: T = 20 °C, HR = 55 %

### MES DE JULIO

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS											
Tipos	C. superficiales		Pn<=Ps at,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
	fRsi>=fRsin										
		fRsi	0,851	Psat,n	2960,91	2957,37 8	2577,17 7	2557,64 4	2553,50 1	2464,01 8	2389,18 2
	fRsimin	0,606	Pn	1312,14 6	1312,13 9	1311,96 9	1286,40 1	1286,39 2	1286,35	1285,32 7	1285,32 3

Nombre Plaqueta o baldosa cerámica	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Cond.Acum.
	1	1	30	0,01	100	1312,146	2960,91	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	1,5	1,8	10	0,0083	120	1312,139	2957,378	0
XPS Expandido con dióxido de carbono CO4 [ 0.042 W/[mK]]	4	0,042	100	0,9524	1,05	1311,969	2577,177	0
Betún fieltro o lámina	1,2	0,23	50000	0,0522	19,1667	1286,401	2557,644	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	2	1,8	10	0,0111	90	1286,392	2553,501	0
Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita]	10	0,41	10	0,2439	4,1	1286,35	2464,018	0
FU entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30	1,4286	80	0,21	4,7619	1285,327	2389,182	0
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1,5	0,3	6	0,05	20	1285,323	2371,659	0
TOTALES	51,2			1,678	0,596			

**CUMPLE**

**MES DE OCTUBRE**

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS											
Tipos	C. superficiales		Pn<=Ps at,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
	fRsi>=fRsmín										
	fRsi	0,851	Psat,n	1626,55 2	1629,64 1	2018,37 6	2041,83 9	2046,86 7	2159,99	2261,73 4	2286,56 7
fRsimín	0,606	Pn	1125,76 6	1125,80 4	1126,81 8	1278,91 2	1278,96 3	1279,21 7	1285,3	1285,32 3	

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Cond.Acum.
Plaqueta o baldosa cerámica	1	1	30	0,01	100	1125,766	1626,552	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	1,5	1,8	10	0,0083	120	1125,804	1629,641	0
XPS Expandido con dióxido de carbono CO4 [ 0.042 W/[mK]]	4	0,042	100	0,9524	1,05	1126,818	2018,376	0
Betún fieltro o lámina	1,2	0,23	50000	0,0522	19,1667	1278,912	2041,839	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	2	1,8	10	0,0111	90	1278,963	2046,867	0
Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita]	10	0,41	10	0,2439	4,1	1279,217	2159,99	0
FU entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30	1,4286	80	0,21	4,7619	1285,3	2261,734	0
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1,5	0,3	6	0,05	20	1285,323	2286,567	0
TOTALES	51,2			1,678	0,596			

**CUMPLE**

### D.3. Informe de Condensaciones de la fachada

Capital de provincia: Albacete

Condiciones exteriores para el mes de enero: T = 5 °C, HR = 78 %

Condiciones interiores: T = 20 °C, HR = 55 %

#### MES DE JUNIO

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		Pn<=Psat ,n Psat,n Pn	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
	fRsi>=fRsmín	fRsi		2336,951	2336,951	2336,951	2336,951	2336,951	2336,951	2336,951
	0,877			1173,631	1207,998	1213,153	1213,496	1254,737	1282,23	1285,323
	fRsimín	0,606								

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Cond.Acum.
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	1,5	1	10	0,015	66,6667	1173,631	2336,951	0
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	10	1,0417	10	0,096	10,4167	1207,998	2336,951	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	1,5	1,8	10	0,0083	120	1213,153	2336,951	0
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	5	0,2778	1	0,18	5,5556	1213,496	2336,951	0
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	6	0,046	20	1,3043	0,7667	1254,737	2336,951	0
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8	0,375	10	0,2133	4,6875	1282,23	2336,951	0
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1,5	0,3	6	0,05	20	1285,323	2336,951	0
TOTALES	33,5			2,037	0,491			

**CUMPLE**

## MES DE JULIO

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		Pn<=Psat ,n Psat,n Pn	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
	fRsi>=fRsmín									
	fRsi	0,877		2911,346	2880,923	2878,296	2822,045	2442,32	2384,667	2371,328
	fRsimín	0,606		1456,548	1403,864	1395,961	1395,434	1332,212	1290,065	1285,323

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat	Cond.Acum.
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	1,5	1	10	0,015	66,6667	1456,548	2911,346	0
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	10	1,0417	10	0,096	10,4167	1403,864	2880,923	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	1,5	1,8	10	0,0083	120	1395,961	2878,296	0
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	5	0,2778	1	0,18	5,5556	1395,434	2822,045	0
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	6	0,046	20	1,3043	0,7667	1332,212	2442,32	0
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8	0,375	10	0,2133	4,6875	1290,065	2384,667	0
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	1,5	0,3	6	0,05	20	1285,323	2371,328	0
TOTALES	33,5			2,037	0,491			

**CUMPLE**



**D.4 COMPROBACIÓN DE LAS FICHAS DE CONFORMIDAD EN VALDEGANGA (ALBACETE)**

**FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios**

ZONA CLIMÁTICA

**D3**

**Baja carga interna**

Muros (UMm) y (UTm)						
Tipo de elemento		Superficie A (m2)	Tránsmitancia U (W/m2K)	Transmisión A · U	Resultados por orientación	
N	FACHADA	77,88	0,633	49,298	$\Sigma A =$	88,34
	P.Térmico: pilares	5,67	0,760	4,309	$\Sigma A \cdot U =$	57,68
	P.térmico: frente fdo	4,79	0,850	4,075	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,65
E	FACHADA	53,82	0,633	34,068	$\Sigma A =$	66,02
	P.Térmico: pilares	3,70	0,760	2,812	$\Sigma A \cdot U =$	43,85
	P.Térmico: frente fdo	6,40	0,850	5,440		
	P.Térmico: caja pers	2,10	0,730	1,533	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,66
O	FACHADA	53,04	0,633	33,574	$\Sigma A =$	64,29
	P.Térmico: pilares	1,95	0,760	1,482	$\Sigma A \cdot U =$	42,74
	P.térmico: frente fdo	7,50	0,850	6,372		
	P.Térmico: caja pers	1,80	0,730	1,314	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,66
S	FACHADA	66,67	0,633	42,202	$\Sigma A =$	82,05
	P.Térmico: pilares	7,95	0,760	6,042	$\Sigma A \cdot U =$	54,56
	P.térmico: frente fdo	7,43	0,850	6,311	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,66
SE					$\Sigma A =$	0,00
					$\Sigma A \cdot U =$	0,00
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
SO					$\Sigma A =$	0,00
					$\Sigma A \cdot U =$	0,00
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
C-TER					$\Sigma A =$	0,00
					$\Sigma A \cdot U =$	0,00
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00

Suelos (U <sub>sm</sub> )						
Tipo de elemento		A (m2)	U (W/m2K)	A · U	Resultados	
SUELO S2_1		113,70	0,530	60,261	$\Sigma A =$	192,56
SUELO S2_2		78,86	0,420	33,121	$\Sigma A \cdot U =$	93,38
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,48

Cubiertas y lucernarios (U <sub>cm</sub> ) y (U <sub>lm</sub> )						
Tipo de elemento		A (m2)	U (W/m2K)	A · U	Resultados	
CUBIERTA C1		24,43	0,460	11,238	$\Sigma A =$	246,59
CUBIERTA C2		222,16	0,350	77,756	$\Sigma A \cdot U =$	88,99
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,36

Tipo de elemento		A (m2)	U (W/m2K)	A · U	Resultados		Tipos
LUCERNARIO L		0,72	0,279	0,201	$\Sigma A =$		0,72
					$\Sigma A \cdot U =$		0,20
					$U_{Lm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$		0,28

Huecos (UHm) y (UFm)						
Tipos		A (m2)	U (W/m2K)	A · U	Resultados por orientación	
N					$\Sigma A =$	0,00
					$\Sigma A \cdot U =$	0,00
					$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00

Tipos		A (m2)	U	F	A · U	A · F	Resultados	Tipos
E	VENTANA H6	11,22	2,279	0,502	25,570	5,636	$\Sigma A =$	20,66
	VENTANA H7	3,06	2,431	0,420	7,439	1,285	$\Sigma A \cdot U =$	47,54
	VENTANA H8	2,13	2,370	0,424	5,048	0,903	$\Sigma A \cdot F =$	9,63
	VENTANA H9	4,25	2,231	0,424	9,482	1,802	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,30
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,47	
O	VENTANA H1	4,00	2,373	0,404	9,492	1,616	$\Sigma A =$	21,00
	VENTANA H2	4,56	2,331	0,443	10,629	2,020	$\Sigma A \cdot U =$	49,48
	VENTANA H3	1,44	2,528	0,309	3,640	0,445	$\Sigma A \cdot F =$	9,09
	VENTANA H4	3,52	2,464	0,358	8,673	1,260	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,36
	VENTANA H5	7,48	2,279	0,501	17,047	3,750	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,43
S							$\Sigma A =$	0,00
							$\Sigma A \cdot U =$	0,00
							$\Sigma A \cdot F =$	0,00
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,00	
SE							$\Sigma A =$	0,00
							$\Sigma A \cdot U =$	0,00
							$\Sigma A \cdot F =$	0,00
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,00	
SO							$\Sigma A =$	0,00
							$\Sigma A \cdot U =$	0,00
							$\Sigma A \cdot F =$	0,00
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,00	

**FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética**

ZONA CLIMÁTICA

**659**

baja carga interna

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U max(proyecto) (1)	0	U max(2)
Muros de fábrica	0,850	≤	0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,000	≤	
Particiones interiores en contacto con suelos no habitales	0,810	≤	
Suelos	0,420	≤	0,64
Cubiertas	0,350	≤	0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	2,528	≤	3,50
Marcos de huecos y lucernarios	0,000	≤	
Medianerías	0,000	≤	1,00
Particiones interiores (edificios de viviendas) (3)	0,000	≤	1,20

MUROS DE FACHADA			
	UMm(4)		(5)
N	0,65	≤	0,66
E	0,66	≤	
O	0,66	≤	
S	0,66	≤	
SE	0,00	≤	
SO	0,00	≤	

CERRAMIENTOS Y LUCERNARIOS					
UHm(4)		Uhlím		FHm(4)	FHlím (5)
0,00	≤	3,50		0,00	-
0,47	≤	2,60		0,19	
0,43	≤			0,25	
0,00	≤	3,50		0,00	0,00
0,00	≤	3,50		0,00	0,50
0,00	≤			0,00	
0,00	≤			0,00	

CERR. CONTACTO TERRE		SUELOS		Cubiertas		Lucernarios		
UTm(4)	m (5)	U <sub>sm</sub> (4)	(5)	U <sub>cm</sub> (4)	U <sub>mlím</sub>	F <sub>Lm</sub> (4)	F <sub>lím</sub> (5)	
0,00	≤	0,66	0,49	0,36	≤	0,28	≤	0,28

(1) U<sub>max</sub>(proyecto)

corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U<sub>max</sub> corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, U<sub>max</sub>(proyecto)

de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

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

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

**FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones**

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$fR_{si} \geq fR_{smin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	
<b>Muros F1</b>	fRsi	0,880	Psat,n	897,11	945,12	949,18	1971,26	2149,9	2200,49	
	fRsmin	0,610	Pn	706,68	884,18	910,8	1.132,67	1.274,67	1.285,32	
<b>PT pilares</b>	fRsi	0,870	Psat,n							
	fRsmin	0,610	Pn							
<b>PT frente de forjado</b>	fRsi	0,690	Psat,n							
	fRsmin	0,610	Pn							
<b>PT cajas de persianas</b>	fRsi	0,820	Psat,n							
	fRsmin	0,610	Pn							
<b>Cubierta plana C1</b>	fRsi	0,850	Psat,n	899,43	904,1	1600,87	1649,93	1909,19	2149,98	2210,79
	fRsmin	0,610	Pn	680,34	680,49	684,33	1.261,04	1.262,20	1.285,27	1285,32
	fRsi		Psat,n							
	fRsmin		Pn							
	fRsi		Psat,n							
	fRsmin		Pn							
	fRsi		Psat,n							
	fRsmin		Pn							

**D.5 COMPROBACIÓN DE LAS FICHAS DE CONFORMIDAD EN ALBORAYA (VALENCIA)**

**FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios**

ZONA CLIMÁTICA

**B3**

**Baja carga interna**

Muros (U <sub>Mm</sub> ) y (U <sub>Tm</sub> )						
Tipo de elemento		Superficie A (m <sup>2</sup> )	Tránsmitancia U (W/m <sup>2</sup> K)	Transmisión A · U	Resultados por orientación	
N	FACHADA	77,88	0,734	57,164	ΣA =	88,34
	P.Térmico: pilares	5,67	0,760	4,309	ΣA · U =	65,55
	P.térmico: frente fdo	4,79	0,850	4,075	U <sub>Mm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,74
E	FACHADA	53,82	0,734	39,504	ΣA =	66,02
	P.Térmico: pilares	3,70	0,760	2,812	ΣA · U =	49,29
	P.Térmico: frente fdo	6,40	0,850	5,440		
	P.Térmico: caja pers.	2,10	0,730	1,533	U <sub>Mm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,75
O	FACHADA	53,04	0,734	38,931	ΣA =	64,29
	P.Térmico: pilares	1,95	0,760	1,482	ΣA · U =	48,10
	P.térmico: frente fdo	7,50	0,850	6,372		
	P.Térmico: caja pers.	1,80	0,730	1,314	U <sub>Mm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,75
S	FACHADA	66,67	0,734	48,936	ΣA =	82,05
	P.Térmico: pilares	7,95	0,760	6,042	ΣA · U =	61,29
	P.térmico: frente fdo	7,43	0,850	6,311	U <sub>Mm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,75
SE					ΣA =	0,00
					ΣA · U =	0,00
					U <sub>Mm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,00
SO					ΣA =	0,00
					ΣA · U =	0,00
					U <sub>Mm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,00
C-TER					ΣA =	0,00
					ΣA · U =	0,00
					U <sub>Tm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,00

Suelos (U <sub>Sm</sub> )						
Tipo de elemento		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U	Resultados	
SUELO S2_1		113,70	0,530	60,261	ΣA =	192,56
SUELO S2_2		78,86	0,460	36,276	ΣA · U =	96,54
					U <sub>Sm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,50

Cubiertas y lucernarios (U <sub>cm</sub> ) y (U <sub>lm</sub> )						
Tipo de elemento		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U	Resultados	
CUBIERTA C1		24,43	0,590	14,414	ΣA =	246,59
CUBIERTA C2		222,16	0,420	93,307	ΣA · U =	107,72
					U <sub>cm</sub> = ΣA · U / ΣA =	0,44

Tipo de elemento		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U	Resultados	Tipos
LUCERNARIO L		0,72	3,500	2,520	ΣA =	0,72
					ΣA · U =	2,52
					U <sub>Lm</sub> = ΣA · U / ΣA =	3,50

Huecos (UHm) y (UFm)								
Tipos		A (m2)	U (W/m2K)	A · U		Resultados por orientación		
N						$\Sigma A =$ 0,00		
						$\Sigma A \cdot U =$ 0,00		
						$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,00		
Tipos		A (m2)	U	F	A · U	A · F (m2)	Resultados	Tipos
E	VENTANA H6	11,22	3,000	0,560	33,660	6,283	$\Sigma A =$	20,66
	VENTANA H7	3,06	3,170	0,460	9,700	1,408	$\Sigma A \cdot U =$	63,69
	VENTANA H8	2,13	3,100	0,460	6,603	0,980	$\Sigma A \cdot F =$	10,63
	VENTANA H9	4,25	3,230	0,460	13,728	1,955	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3,08
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,51
O	VENTANA H1	4,00	3,100	0,430	12,400	1,720	$\Sigma A =$	21,00
	VENTANA H2	4,56	3,050	0,480	13,908	2,189	$\Sigma A \cdot U =$	64,72
	VENTANA H3	1,44	3,270	0,330	4,709	0,475	$\Sigma A \cdot F =$	9,80
	VENTANA H4	3,52	3,200	0,390	11,264	1,373	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3,08
	VENTANA H5	7,48	3,000	0,540	22,440	4,039	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,47
S							$\Sigma A =$	0,00
							$\Sigma A \cdot U =$	0,00
							$\Sigma A \cdot F =$	0,00
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,00
SE							$\Sigma A =$	0,00
							$\Sigma A \cdot U =$	0,00
							$\Sigma A \cdot F =$	0,00
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,00
SO							$\Sigma A =$	0,00
							$\Sigma A \cdot U =$	0,00
							$\Sigma A \cdot F =$	0,00
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,00

**FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética**

ZONA CLIMÁTICA

**B3**

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U max(proyecto) (1)	U max
Muros de fábrica	0,850	} 1,07
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,000	
Particiones interiores en contacto con suelos no habitales	0,810	
Suelos	0,530	0,68
Cubiertas	0,590	0,59
Vidrios de huecos y lucernarios	3,270	} 5,70
Marcos de huecos y lucernarios	0,000	
Medianerías	0,000	1,07
Particiones interiores (edificios de viviendas) (3)	1,200	1,20

MUROS DE FACHADA		
	U <sub>mm</sub>	U <sub>lim</sub>
N	0,65	} 0,82
E	0,66	
O	0,66	
S	0,66	
SE	0,00	
SO	0,00	

CERRAMIENTOS Y LUCERNARIOS				
UH <sub>m</sub> (4)	U <sub>lim</sub>	FH <sub>m</sub> (4)	FH <sub>lim</sub> (5)	
0,00	≤ 5,40	0,00	} -	
3,08	≤ 4,00	0,00		
3,08	≤ 4,30	0,00	} -	
0,00	≤ 5,70	0,00		
0,00	≤ 5,70	0,00	} -	
0,00	≤ 5,70	0,00		

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		Cubiertas		Lucernarios	
UT <sub>m</sub> (4)	U <sub>lim</sub>	U <sub>sm</sub>	U <sub>lim</sub>	U <sub>cm</sub>	U <sub>lim</sub>	FL <sub>m</sub> (4)	FL <sub>lim</sub>
0,00	≤ 0,82	0,50	≤ 0,52	0,44	≤ 0,45	0,30	≤ 0,30

 (1) U<sub>max</sub>(proyecto)

corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

 (2) U<sub>max</sub> corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

 (3) En edificios de viviendas, U<sub>max</sub>(proyecto)

de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

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

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

**FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones**

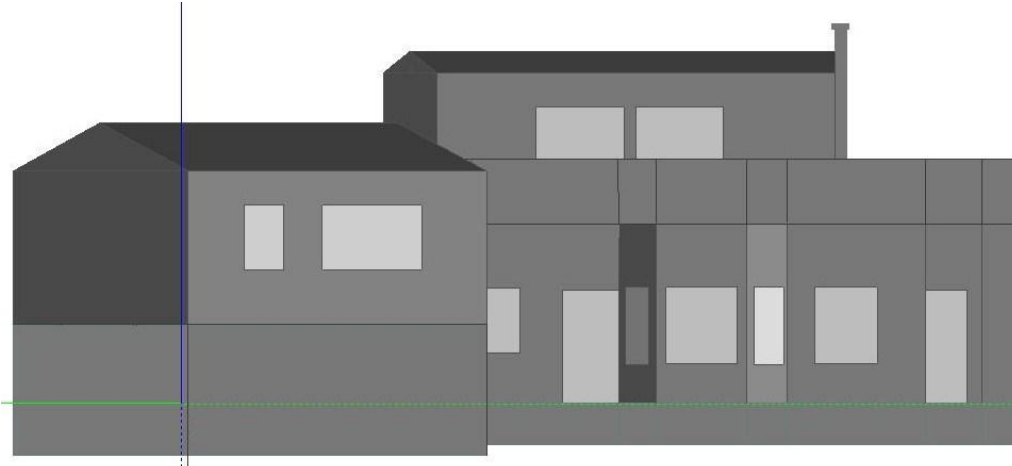
CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$fR_{si} \geq fR_{smin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	
<b>Muros F1</b>	fR <sub>si</sub>	0,880	P <sub>sat,n</sub>	897,11	945,12	949,18	1971,26	2149,9	2200,49	
	fR <sub>smin</sub>	0,520	P <sub>n</sub>	706,68	884,18	910,8	1.132,67	1.274,67	1.285,32	
<b>PT pilares</b>	fR <sub>si</sub>	0,870	P <sub>sat,n</sub>							
	fR <sub>smin</sub>	0,520	P <sub>n</sub>							
<b>PT frente de forjado</b>	fR <sub>si</sub>	0,690	P <sub>sat,n</sub>							
	fR <sub>smin</sub>	0,520	P <sub>n</sub>							
<b>PT cajas de persianas</b>	fR <sub>si</sub>	0,820	P <sub>sat,n</sub>							
	fR <sub>smin</sub>	0,520	P <sub>n</sub>							
<b>Cubierta plana C1</b>	fR <sub>si</sub>	0,850	P <sub>sat,n</sub>	899,43	904,1	1600,87	1649,93	1909,19	2149,98	2210,79
	fR <sub>smin</sub>	0,520	P <sub>n</sub>	680,34	680,49	684,33	1.261,04	1.262,20	1.285,27	1285,32
	fR <sub>si</sub>		P <sub>sat,n</sub>							
	fR <sub>smin</sub>		P <sub>n</sub>							
	fR <sub>si</sub>		P <sub>sat,n</sub>							
	fR <sub>smin</sub>		P <sub>n</sub>							
	fR <sub>si</sub>		P <sub>sat,n</sub>							
	fR <sub>smin</sub>		P <sub>n</sub>							



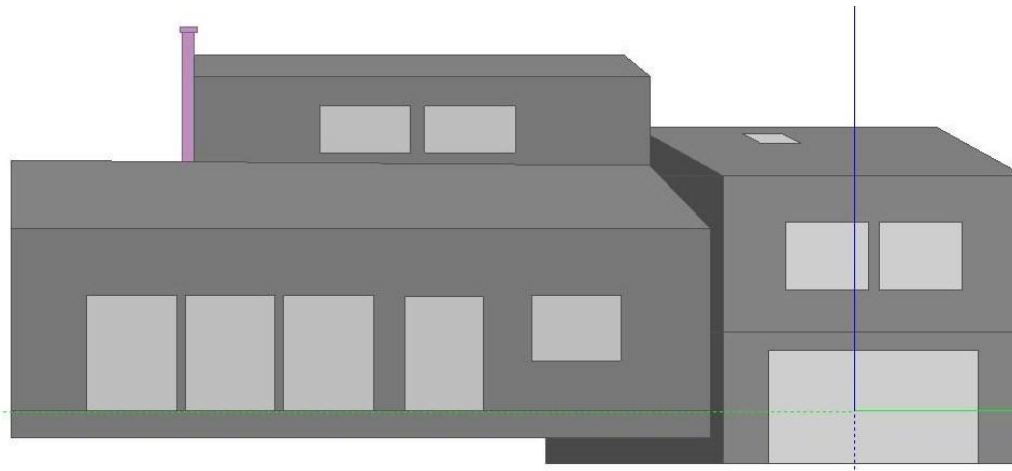
**anexo 3: Cálculos con DesignBuilder**



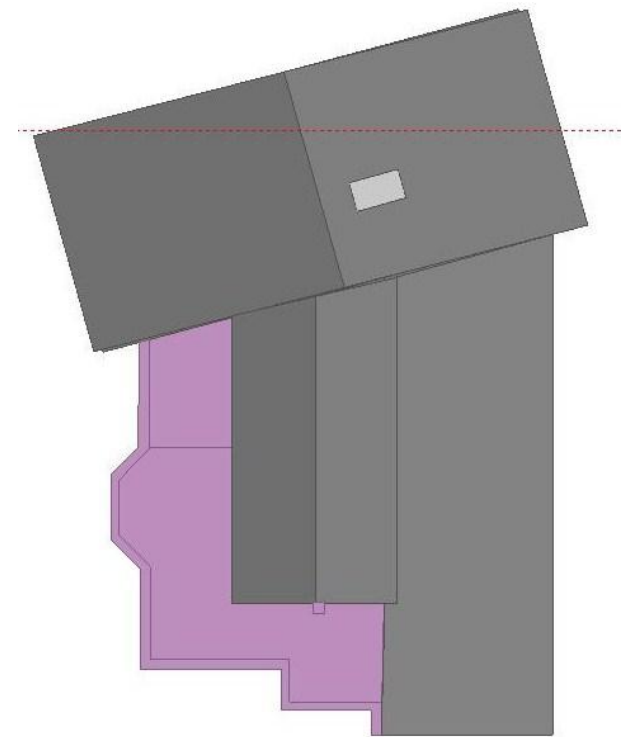
### C.1. Vistas del edificio con DesignBuilder



Alzado este



Alzado este



Planta



## C.2. Sombras del edificio

Día: 15 de junio



Tiempo: 08:00 horas



Tiempo: 8:00 horas



Tiempo: 11:00 horas



Tiempo: 12:00 horas



Tiempo: 14:00 horas



Tiempo: 16:00 horas



### C.3. Ejemplos de tipos de cerramientos

#### CUBIERTA

Superficie exterior	
10,00mm	Plaqueta o baldosa cerámica(no está a escala)
15,00mm	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco
40,00mm	XPS Expandido con dióxido de carbono CO <sub>2</sub> [0,042 W/mK]
12,00mm	Betún fieltro o lámina(no está a escala)
20,00mm	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco
100,00mm	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]
300,00mm	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm
15,00mm	Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900(no está a escala)
Superficie interior	

Superficie interior	
Coefficiente de transferencia convectiva de calor...	4,460
Coefficiente de transferencia radiativa de calor...	5,540
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> -K/W)	0,100
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia convectiva de calor...	19,870
Coefficiente de transferencia radiativa de calor...	5,130
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> -K/W)	0,040
Sin Puentes Térmicos	
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> -K)	0,650
Valor R (m <sup>2</sup> -K/W)	1,678
<b>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K)</b>	<b>0,596</b>
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
K-m - capacidad de calor interna (KJ/m <sup>2</sup> -K)	116,6500
Límite superior de resistencia (m <sup>2</sup> -K/W)	1,678
Límite inferior de resistencia (m <sup>2</sup> -K/W)	1,678
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> -K)	0,650
Valor R (m <sup>2</sup> -K/W)	1,678
<b>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K)</b>	<b>0,596</b>

#### SUELO

Superficie interior	
20,00mm	Artificial stone(no está a escala)
30,00mm	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco
50,00mm	Arcilla Expandida [árido suelto]
300,00mm	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm
Superficie exterior	

Superficie interior	
Coefficiente de transferencia convectiva de calor...	2,152
Coefficiente de transferencia radiativa de calor...	5,540
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> -K/W)	0,130
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia convectiva de calor...	19,870
Coefficiente de transferencia radiativa de calor...	5,130
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> -K/W)	0,040
Sin Puentes Térmicos	
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> -K)	1,725
Valor R (m <sup>2</sup> -K/W)	0,750
<b>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K)</b>	<b>1,334</b>
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
K-m - capacidad de calor interna (KJ/m <sup>2</sup> -K)	124,8750
Límite superior de resistencia (m <sup>2</sup> -K/W)	0,750
Límite inferior de resistencia (m <sup>2</sup> -K/W)	0,750
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> -K)	1,725
Valor R (m <sup>2</sup> -K/W)	0,750
<b>Valor U (W/m<sup>2</sup>-K)</b>	<b>1,334</b>





