



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

# ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL DE ACUERDO A LA NORMATIVA DE LIMITACIÓN DE CONSUMO Y DEMANDA ENERGÉTICA

AUTOR: MIGUEL ÁNGEL GIMENO GUILLEM

TUTOR: JOSE LUIS FUENTES BARGUES

COTUTOR: JOSÉ LUIS VIVANCOS BONO

Curso Académico: 2018-19

## **AGRADECIMIENTOS**

Para la elaboración de este Trabajo Final de Máster quería comenzar agradeciendo a todas las personas que han estado a mi lado todos estos años en los que he estado en la universidad, y que me han ayudado tanto en los buenos como en los malos momentos.

En primer lugar a mi familia, porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible. A mis padres por la educación que me han dado, y estar siempre a mí lado cuando más lo he necesitado y aguantar todo lo que han aguantado. A mi hermano por estar en el día a día y por aconsejarme tan bien.

También quiero dar las gracias a mis tutores de este proyecto, Jose Luis Fuentes Bargues y José Luis Vivancos Bono, tanto por la proposición del proyecto como por la inestimable y constante ayuda que me han brindado en la realización de este trabajo, así como dar las gracias por la amabilidad con la que se me ha tratado en las tutorías, cuando ha sido necesario resolver ciertos aspectos del trabajo.

Finalmente también quería agradecer tanto a mis amigos como a mis compañeros de clase que al final se han vuelto amigos también, tanto en los éxitos como en las cosas no tan buenas hemos estado apoyándonos hasta el final. Muy por encima de la presión de los innumerables trabajos y exámenes, está la capacidad de animarnos y ayudarnos cuando alguien lo ha necesitado.

Y por último y no por ello menos importante, a los que han estado siempre a mi lado y ahora no lo están por desgracia, os quiero y el trabajo os lo dedico a vosotros.

Gracias a todos.

## RESUMEN

El Código Técnico de la Edificación tiene como uno de sus objetivos principales 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 renovables. Para ello exige normativamente una limitación de la demanda energética y una limitación del consumo energético del edificio en función de su uso y de su emplazamiento (zona climática).

En el diseño y construcción de plantas industriales cada vez es más habitual la ejecución de edificios exentos o adosados a las naves industriales, donde se realiza las labores administrativas y comerciales asociadas a la actividad industrial. Este tipo de edificios deben cumplir las limitaciones de consumo y demanda energética que marca el CTE DB HE, por lo que cobra especial importancia su diseño y el estudio de las variables que influyen en el comportamiento energético del mismo: orientación, materiales de la envolvente, número y tipo de huecos, instalaciones térmicas, etc.

El objetivo de este Trabajo Final de Máster es, para un caso de estudio (edificio administrativo asociado a una actividad industrial), analizar el comportamiento energético del edificio y la variabilidad del mismo mediante el programa HULC en función de las variables: zona climática, orientación y algunos de los tipos de envolventes más habituales de esta tipología constructiva.

**Palabras Clave:** HULC, mejora, aislamiento, demanda, consumo, edificio, referencia, límite, vidrio, zona climática, orientación.

## RESUM

El Codi Tècnic de l'Edificació té com un dels seus principals objectius aconseguir un ús racional de l'energia necessària per a la utilització dels edificis, reduint a límits sostenibles el seu consum i aconseguir així mateix que una part d'aquest consum procedisca de fonts d'energia renovables. Per a això exigeix normativament una limitació de la demanda energètica i una limitació del consum energètic de l'edifici en funció del seu ús i del seu emplaçament (zona climàtica).

En el disseny i construcció de plantes industrials cada vegada és més habitual l'execució d'edificis exempts o adossats a les naus industrials, on es realitza les labors administratives i comercials associades a l'activitat industrial. Aquest tipus d'edificis han de complir les limitacions de consum i demanda energètica que marca el CTE DB HE, per la qual cobra especial importància el seu disseny i l'estudi de les variables que influeixen en el comportament energètic d'aquest: orientació, materials de l'envolupant, número i tipus de buits, instal·lacions tèrmiques, etc.

L'objectiu d'aquest Treball Final de Màster és, per a un cas d'estudi (edifici administratiu associat a una activitat industrial), analitzar el comportament energètic de l'edifici i la variabilitat del mateix mitjançant el programa HULC en funció de les variables: zona climàtica, orientació i alguns dels tipus d'envolupants més habituals d'aquesta tipologia constructiva.

**Paraules clau:** HULC, millora, aïllament, demanda, consum, edifici, referència, límit, vidre, zona climàtica, orientació.

## **ABSTRACT**

The Technical Building Code has as one of its main objectives to achieve a rational use of the energy necessary in the use of buildings, thus reducing its consumption up to sustainable limits, ensuring too that a part of this consumption comes from renewable energy sources. For this purpose, a limitation of energy demand and consumption of the building is normatively required, depending on its use and localisation (climatic zone).

In the design and construction of industrial plants, it's each time is more common the execution of exempt or attached buildings to the industrial plant, where administrative and commercial tasks associated with the industrial activity are carried out. This type of buildings must fulfil the limitations of energy consumption and demand required by the CTE DB HE, giving special importance to the design and the study of the variables that influence its energy behaviour: orientation, envelope materials, number and type of void, thermal installations, etc.

The objective of this Master's Final Project is, for a case study (an administrative building associated with an industrial activity), to analyse the energy performance and its variability using the program HULC based in these variables: climatic zone, orientation and some of the most common type of envelopes of this constructive tipology.

**Keywords:** HULC, improvement, insulation, demand, consumption, building, reference, limit, glass, climatic zone, orientation.

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

### I. MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Marco normativo .....	1
2. OBJETO DEL PROYECTO .....	6
3. METODOLOGÍA .....	7
4. MEDIDAS DE MEJORA Y COSTE ECONÓMICO.....	25
4.1 Mejora vidrio.....	25
4.2 Mejora marco .....	27
4.3 Mejora lamas .....	29
4.4 Coste envolvente inicial .....	31
4.5 Quitar aislamiento solera y reducción panel hormigón fachada .....	35
4.6 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 1 .....	36
4.7 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 2 .....	39
4.8 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 3 .....	42
4.9 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 4 .....	44
4.10 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 5 .....	46
5. INTRODUCCIÓN A LAS ZONAS CLIMÁTICAS Y LA ORIENTACIÓN.....	49
6. RESULTADOS .....	52
6.1 Simulación y resultados zona peninsular. A3 .....	53
6.2 Simulación y resultados zona peninsular. A4 .....	56
6.3 Simulación y resultados zona peninsular. B3.....	59
6.4 Simulación y resultados zona peninsular. B4.....	62
6.5 Simulación y resultados zona peninsular. C1.....	65
6.6 Simulación y resultados zona peninsular. C2.....	69
6.7 Simulación y resultados zona peninsular. C3.....	73
6.8 Simulación y resultados zona peninsular. C4.....	76
6.9 Simulación y resultados zona peninsular. D1 .....	79

6.10 Simulación y resultados zona peninsular. D2 .....	83
6.11 Simulación y resultados zona peninsular. D3 .....	87
6.12 Simulación y resultados zona peninsular. E1 .....	90
6.13 Simulación y resultados zona extrapeninsular. $\alpha 3$ .....	93
6.14 Simulación y resultados zona extrapeninsular. A2 .....	97
6.15 Simulación y resultados zona extrapeninsular. B2.....	101
7. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO .....	105
8. CONCLUSIONES .....	117
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
<b>II. PRESUPUESTOS .....</b>	<b>121</b>
<b>III. PLANOS .....</b>	<b>124</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Definir espacios exteriores e interiores en AUTOCAD. Fuente: Manual de usuario HULC.....	7
Figura 2. Espacios considerados planta baja edificio administrativo. Fuente: Elaboración propia.....	8
Figura 3. Espacios considerados planta primera edificio administrativo. Fuente: Elaboración propia.....	8
Figura 4. Espacios considerados cubierta edificio administrativo. Fuente: Elaboración propia.....	8
Figura 5. Datos administrativos caso inicial. Fuente: HULC. ....	9
Figura 6. Categorías del aire interior en función del uso de los edificios. Fuente: RITE. ....	10
Figura 7. Superficie de suelo por ocupante en m <sup>2</sup> /ocupante. Fuente: RITE. ....	10
Figura 8. Caudales de aire exterior, l/s por persona. Fuente: RITE. ....	10
Figura 9. Zona climática Paterna. Fuente: Instituto Valenciano de la Edificación.....	11
Figura 10. Datos generales caso inicial. Fuente: HULC.....	12
Figura 11. Solución constructiva fachada, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	13
Figura 12. Solución constructiva medianera, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	13
Figura 13. Solución constructiva solera planta baja, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	14
Figura 14. Solución constructiva solera planta primera, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	14
Figura 15. Solución constructiva forjado interno, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	15
Figura 16. Solución constructiva tabiquería 1-6, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	15
Figura 17. Solución constructiva tabiquería 7-8, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	16
Figura 18. Solución constructiva cubierta, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.....	16
Figura 19. Valores máximos del coeficiente global del cerramiento. Fuente: CTE .....	17

Figura 20. Hoja de características vidrio comercial PLANITHERM. Fuente: Catálogo Saint Gobain Glass. ....	17
Figura 21. Introducción del nuevo tipo de vidrio en HULC. Fuente: HULC. ....	18
Figura 22. Introducción de los datos de la ventana en HULC. Fuente: HULC. ....	18
Figura 23. Introducción de los datos de las puertas P5-P7 en HULC. Fuente: HULC. ....	19
Figura 24. Introducción de los datos de las puertas P10-P11 en HULC. Fuente: HULC. ....	19
Figura 25. Introducción de los datos de las puertas P_MC en HULC. Fuente: HULC. ....	20
Figura 26. Introducción de los cerramientos y particiones interiores predeterminados. Fuente: HULC. ....	20
Figura 27. Introducción de los huecos en HULC. Fuente: HULC. ....	21
Figura 28. Edificio final en 3D. Fuente: HULC. ....	21
Figura 29. Puentes térmicos fuentes de forjados. Fuente: HULC. ....	22
Figura 30. Puentes térmicos cubiertas planas. Fuente: HULC. ....	22
Figura 31. Puentes térmicos esquinas exteriores. Fuente: HULC. ....	22
Figura 32. Puentes térmicos esquinas interiores. Fuente: HULC. ....	23
Figura 33. Puentes térmicos alfeizar. Fuente: HULC. ....	23
Figura 34. Puentes térmicos dinteles/capialzados. Fuente: HULC. ....	23
Figura 35. Puentes térmicos jambas. Fuente: HULC. ....	24
Figura 36. Puentes térmicos pilares. Fuente: HULC. ....	24
Figura 37. Puentes térmicos suelos en contacto con el terreno. Fuente: HULC. ....	24
Figura 38. Importe económico vidrio Planitherm. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . ....	25
Figura 39. Hoja de características vidrio Planistar. Fuente: Catálogo Saint Gobain Glass. ....	26
Figura 40. Importe económico vidrio Planistar. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . ....	26
Figura 41. Características marco de PVC. Fuente: HULC. ....	28
Figura 42. Importe económico marco PVC. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . ....	28
Figura 43. Introducción de lamas en el programa HULC. Fuente: HULC. ....	29
Figura 44. Modelo comercial lamas seleccionado. Fuente: Catálogo comercial Strugal Solar. ....	30
Figura 45. Importe económico lamas. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . ....	30
Figura 46. Importe económico panel prefabricado hormigón fachada inicial. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . ....	32
Figura 47. Importe económico trasdosado fachada inicial. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . ....	32

Figura 48. Importe económico cubierta inicial. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . .....	33
Figura 49. Importe económico solera inicial. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . .....	34
Figura 50. Panel poliestireno solera. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> .....	34
Figura 51. Importe económico fachada panel prefabricado hormigón 12 cm. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> .....	35
Figura 52. Introducción datos HULC reducción panel hormigón. Fuente: HULC.....	36
Figura 53. Introducción datos HULC quitar aislamiento solera. Fuente: HULC. ....	36
Figura 54. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 1. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . .....	37
Figura 55. Importe económico cubierta mejora aislamiento 1. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> .....	37
Figura 56. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 1. Fuente: HULC.....	38
Figura 57. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 1. Fuente: HULC.....	38
Figura 58. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 1. Fuente: HULC. ....	39
Figura 59. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 2. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . .....	39
Figura 60. Importe económico cubierta mejora aislamiento 2. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> .....	40
Figura 61. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 2. Fuente: HULC.....	41
Figura 62. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 2. Fuente: HULC.....	41
Figura 63. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 1. Fuente: HULC. ....	41
Figura 64. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 3. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . .....	42
Figura 65. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 3. Fuente: HULC.....	43
Figura 66. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 3. Fuente: HULC.....	43
Figura 67. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 3. Fuente: HULC. ....	44
Figura 68. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 4. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . .....	44
Figura 69. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 4. Fuente: HULC.....	45
Figura 70. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 4. Fuente: HULC.....	45
Figura 71. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 4. Fuente: HULC. ....	46
Figura 72. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 5. Fuente: <a href="http://www.five.es">www.five.es</a> . .....	46
Figura 73. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 5. Fuente: HULC.....	47

Figura 74. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 5. Fuente: HULC.....	47
Figura 75. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 5. Fuente: HULC. ....	48
Figura 76. Posición de las capitales de provincia en función de SCV y SCI. Fuente: Larrumbide (2015). ....	50
Figura 77. Intervalos para la zonificación de invierno. Fuente: documento descriptivo climas de referencia. ....	51
Figura 78. Intervalos para la zonificación de verano. Fuente: documento descriptivo climas de referencia. ....	51
Figura 79. Resultados simulación inicial A3N. Fuente: HULC.....	53
Figura 80. Resultados simulación final A3N. Fuente: HULC. ....	53
Figura 81. Resultados simulación inicial A3O. Fuente: HULC.....	54
Figura 82. Resultados simulación final A3O. Fuente: HULC. ....	54
Figura 83. Resultados simulación inicial A3S. Fuente: HULC. ....	55
Figura 84. Resultados simulación final A3S. Fuente: HULC.....	55
Figura 85. Resultados simulación inicial A3E. Fuente: HULC. ....	55
Figura 86. Resultados simulación final A3E. Fuente: HULC.....	55
Figura 87. Resultados simulación inicial A4N. Fuente: HULC.....	56
Figura 88. Resultados simulación final A4N. Fuente: HULC. ....	56
Figura 89. Resultados simulación inicial A4O. Fuente: HULC.....	57
Figura 90. Resultados simulación final A4O. Fuente: HULC. ....	57
Figura 91. Resultados simulación inicial A4S. Fuente: HULC. ....	58
Figura 92. Resultados simulación final A4S. Fuente: HULC.....	58
Figura 93. Resultados simulación inicial A4E. Fuente: HULC. ....	58
Figura 94. Resultados simulación final A4E. Fuente: HULC.....	58
Figura 95. Resultados simulación inicial B3N. Fuente: HULC.....	59
Figura 96. Resultados simulación final B3N. Fuente: HULC.....	59
Figura 97. Resultados simulación inicial B3O. Fuente: HULC.....	60
Figura 98. Resultados simulación final B3O. Fuente: HULC.....	60
Figura 99. Resultados simulación inicial y final B3S. Fuente: HULC. ....	61
Figura 100. Resultados simulación inicial B3E. Fuente: HULC. ....	61
Figura 101. Resultados simulación final B3E. Fuente: HULC.....	61

Figura 102. Resultados simulación inicial B4N. Fuente: HULC.....	62
Figura 103. Resultados simulación final B4N. Fuente: HULC.....	62
Figura 104. Resultados simulación inicial B4O. Fuente: HULC.....	63
Figura 105. Resultados simulación final B4O. Fuente: HULC.....	63
Figura 106. Resultados simulación inicial y final B4S. Fuente: HULC. ....	63
Figura 107. Resultados simulación inicial B4E. Fuente: HULC. ....	64
Figura 108. Resultados simulación final B4E. Fuente: HULC.....	64
Figura 109. Resultados simulación inicial C1N. Fuente: HULC.....	65
Figura 110. Resultados simulación final C1N. Fuente: HULC.....	65
Figura 111. Resultados simulación inicial C1O. Fuente: HULC.....	66
Figura 112. Resultados simulación final C1O. Fuente: HULC.....	66
Figura 113. Resultados simulación final C1S. Fuente: HULC. ....	67
Figura 114. Resultados simulación inicial C1S. Fuente: HULC.....	67
Figura 115. Resultados simulación inicial C1E. Fuente: HULC. ....	68
Figura 116. Resultados simulación final C1E. Fuente: HULC.....	68
Figura 117. Resultados simulación inicial C2N. Fuente: HULC.....	69
Figura 118. Resultados simulación final C2N. Fuente: HULC.....	69
Figura 119. Resultados simulación inicial C2O. Fuente: HULC.....	70
Figura 120. Resultados simulación final C2O. Fuente: HULC.....	70
Figura 121. Resultados simulación final C2S. Fuente: HULC. ....	71
Figura 122. Resultados simulación inicial C2S. Fuente: HULC.....	71
Figura 123. Resultados simulación inicial C2E. Fuente: HULC. ....	72
Figura 124. Resultados simulación final C2E. Fuente: HULC. ....	72
Figura 125. Resultados simulación inicial C3N. Fuente: HULC.....	73
Figura 126. Resultados simulación final C3N. Fuente: HULC.....	73
Figura 127. Resultados simulación inicial C3O. Fuente: HULC.....	74
Figura 128. Resultados simulación final C3O. Fuente: HULC.....	74
Figura 129. Resultados simulación inicial y final C3S. Fuente: HULC. ....	75
Figura 130. Resultados simulación inicial C3E. Fuente: HULC. ....	75
Figura 131. Resultados simulación final C3E. Fuente: HULC.....	75
Figura 132. Resultados simulación inicial C4N. Fuente: HULC.....	76

Figura 133. Resultados simulación final C4N. Fuente: HULC.....	76
Figura 134. Resultados simulación inicial C4O. Fuente: HULC.....	77
Figura 135. Resultados simulación final C4O. Fuente: HULC.....	77
Figura 136. Resultados simulación inicial y final C4S. Fuente: HULC. ....	78
Figura 137. Resultados simulación inicial C4E. Fuente: HULC. ....	78
Figura 138. Resultados simulación final C4E. Fuente: HULC.....	78
Figura 139. Resultados simulación inicial D1N. Fuente: HULC.....	79
Figura 140. Resultados simulación final D1N. Fuente: HULC. ....	79
Figura 141. Resultados simulación inicial D1O. Fuente: HULC.....	80
Figura 142. Resultados simulación final D1O. Fuente: HULC. ....	80
Figura 143. Resultados simulación inicial D1S. Fuente: HULC. ....	81
Figura 144. Resultados simulación final D1S. Fuente: HULC.....	81
Figura 145. Resultados simulación inicial D1E. Fuente: HULC.....	82
Figura 146. Resultados simulación final D1E. Fuente: HULC.....	82
Figura 147. Resultados simulación inicial D2N. Fuente: HULC.....	83
Figura 148. Resultados simulación final D2N. Fuente: HULC. ....	83
Figura 149. Resultados simulación inicial D2O. Fuente: HULC.....	84
Figura 150. Resultados simulación final D2O. Fuente: HULC. ....	84
Figura 151. Resultados simulación inicial D2S. Fuente: HULC. ....	85
Figura 152. Resultados simulación final D2S. Fuente: HULC.....	85
Figura 153. Resultados simulación inicial D2E. Fuente: HULC.....	86
Figura 154. Resultados simulación final D2E. Fuente: HULC.....	86
Figura 155. Resultados simulación inicial D3N. Fuente: HULC.....	87
Figura 156. Resultados simulación final D3N. Fuente: HULC. ....	87
Figura 157. Resultados simulación inicial D3O. Fuente: HULC.....	88
Figura 158. Resultados simulación final D3O. Fuente: HULC. ....	88
Figura 159. Resultados simulación inicial D3S. Fuente: HULC. ....	88
Figura 160. Resultados simulación final D3S. Fuente: HULC.....	88
Figura 161. Resultados simulación inicial D3E. Fuente: HULC.....	89
Figura 162. Resultados simulación final D3E. Fuente: HULC.....	89
Figura 163. Resultados simulación inicial E1N. Fuente: HULC. ....	90

Figura 164. Resultados simulación final E1N. Fuente: HULC.....	90
Figura 165. Resultados simulación inicial E1O. Fuente: HULC. ....	91
Figura 166. Resultados simulación final E1O. Fuente: HULC.....	91
Figura 167. Resultados simulación inicial E1S. Fuente: HULC.....	92
Figura 168. Resultados simulación final E1S. Fuente: HULC. ....	92
Figura 169. Resultados simulación inicial E1E. Fuente: HULC.....	92
Figura 170. Resultados simulación final E1E. Fuente: HULC. ....	92
Figura 171. Resultados simulación inicial $\alpha 3N$ . Fuente: HULC. ....	93
Figura 172. Resultados simulación final $\alpha 3N$ . Fuente: HULC. ....	93
Figura 173. Resultados simulación inicial $\alpha 3O$ . Fuente: HULC. ....	94
Figura 174. Resultados simulación final $\alpha 3O$ . Fuente: HULC. ....	94
Figura 175. Resultados simulación inicial $\alpha 3S$ . Fuente: HULC. ....	95
Figura 176. Resultados simulación final $\alpha 3S$ . Fuente: HULC.....	95
Figura 177. Resultados simulación inicial $\alpha 3E$ . Fuente: HULC.....	96
Figura 178. Resultados simulación final $\alpha 3E$ . Fuente: HULC.....	96
Figura 179. Resultados simulación inicial A2N. Fuente: HULC.....	97
Figura 180. Resultados simulación final A2N. Fuente: HULC. ....	97
Figura 181. Resultados simulación inicial A2O. Fuente: HULC.....	98
Figura 182. Resultados simulación final A2O. Fuente: HULC. ....	98
Figura 183. Resultados simulación inicial A2S. Fuente: HULC. ....	99
Figura 184. Resultados simulación final A2S. Fuente: HULC.....	99
Figura 185. Resultados simulación final A2E. Fuente: HULC.....	100
Figura 186. Resultados simulación inicial A2E. Fuente: HULC. ....	100
Figura 187. Resultados simulación inicial B2N. Fuente: HULC.....	101
Figura 188. Resultados simulación final B2N. Fuente: HULC.....	101
Figura 189. Resultados simulación inicial B2O. Fuente: HULC.....	102
Figura 190. Resultados simulación final B2O. Fuente: HULC.....	102
Figura 191. Resultados simulación final B2S. Fuente: HULC. ....	103
Figura 192. Resultados simulación inicial B2S. Fuente: HULC.....	103
Figura 193. Resultados simulación final B2E. Fuente: HULC.....	104
Figura 194. Resultados simulación inicial B2E. Fuente: HULC. ....	104

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Superficie vidriada. Fuente: Elaboración propia.....	27
Tabla 2. Superficie marco total. Fuente: Elaboración propia.....	29
Tabla 3. Dimensiones fachada. Fuente: Elaboración propia.....	31
Tabla 4. Incremento de coste mejoras planteadas. Fuente: Elaboración propia. ....	48
Tabla 5. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A3N. ....	53
Tabla 6. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A3O. ....	54
Tabla 7. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A3S.....	55
Tabla 8. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A3E.....	56
Tabla 9. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4N. ....	57
Tabla 10. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4O. ....	57
Tabla 11. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4S.....	58
Tabla 12. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4E.....	59
Tabla 13. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3N. ....	60
Tabla 14. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3O. ....	60
Tabla 15. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3S. ....	61
Tabla 16. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3E.....	62
Tabla 17. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4N. ....	62
Tabla 18. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4O. ....	63
Tabla 19. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4S.....	64
Tabla 20. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4E.....	64
Tabla 21. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C1N. ....	65
Tabla 22. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C1O. ....	67
Tabla 23. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C1S. ....	68
Tabla 24. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C1E.....	69
Tabla 25. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2N. ....	70
Tabla 26. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2O. ....	71
Tabla 27. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2S.....	71
Tabla 28. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2E.....	72
Tabla 29. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C3N. ....	73

Tabla 30. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C3O. ....	74
Tabla 31. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C3S. ....	75
Tabla 32. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C3E. ....	76
Tabla 33. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4N. ....	76
Tabla 34. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4O. ....	77
Tabla 35. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4S. ....	78
Tabla 36. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4E. ....	79
Tabla 37. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D1N. ....	80
Tabla 38. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D1O. ....	80
Tabla 39. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D1S. ....	81
Tabla 40. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D1E. ....	82
Tabla 41. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D2N. ....	83
Tabla 42. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D2O. ....	84
Tabla 43. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D2S. ....	85
Tabla 44. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D2E. ....	86
Tabla 45. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D3N. ....	87
Tabla 46. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D3O. ....	88
Tabla 47. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D3S. ....	89
Tabla 48. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D3E. ....	89
Tabla 49. Simulaciones realizadas y medida seleccionada E1N. ....	90
Tabla 50. Simulaciones realizadas y medida seleccionada E1O. ....	91
Tabla 51. Simulaciones realizadas y medida seleccionada E1S. ....	92
Tabla 52. Simulaciones realizadas y medida seleccionada E1E. ....	93
Tabla 53. Simulaciones realizadas y medida seleccionada $\alpha$ 3N. ....	94
Tabla 54. Simulaciones realizadas y medida seleccionada $\alpha$ 3O. ....	95
Tabla 55. Simulaciones realizadas y medida seleccionada $\alpha$ 3S. ....	95
Tabla 56. Simulaciones realizadas y medida seleccionada $\alpha$ 3E. ....	96
Tabla 57. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A2N. ....	97
Tabla 58. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A2O. ....	98
Tabla 59. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A2S. ....	99
Tabla 60. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A2E. ....	100

Tabla 61. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2N. ....	101
Tabla 62. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2O. ....	102
Tabla 63. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2S. ....	103
Tabla 64. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2E. ....	104
Tabla 65. Comentarios, localización y altitud de las diferentes zonas climáticas. ....	109
Tabla 66. Mejoras implementadas, transmitancia, resistencia y coste mejoras de las diferentes zonas climáticas. ....	114
Tabla 67. Demanda edificio inicial, demanda límite y demanda edificio final de las diferentes zonas climáticas. ....	116
Tabla 68. Presupuesto estudio proyecto. Fuente: Elaboración propia. ....	122
Tabla 69. Presupuesto base de licitación. Fuente: Elaboración propia. ....	123

# I. MEMORIA

# 1. INTRODUCCIÓN

El alcanzar una vida sostenible es uno de los principales objetivos a conseguir en los tiempos actuales, logrando reducir los GEI (Gases de Efecto Invernadero), y decrecer al máximo posible el consumo de energías de fuentes no renovables. Producto de los malos hábitos del ser humano, se han producido efectos perjudiciales como el incremento de la temperatura global, impactos en ecosistemas, disminución de los recursos hídricos, disminución de las superficies heladas y un largo etcétera.

En el marco contextual mencionado posee gran importancia el concepto de eficiencia energética. La eficiencia energética es un término cada vez más y más empleado en nuestros días, ya que su relevancia está fuera de cualquier cuestión, es un término de vital importancia puesto que la población mundial no para de aumentar y con ello la demanda energética, el ser humano no está dispuesto a reducir su calidad de vida sino todo lo contrario, todo ello conjuntado con al aumento de desarrollo en países subdesarrollados, el agotamiento de los recursos naturales y la excesiva dependencia de otros países a la hora de obtener energía, han hecho que prácticamente la totalidad de países mundiales estén muy sensibilizados con esta situación.

De esta forma, será de especial importancia la creación de un modelo de sostenibilidad energética, en el cual se pueda satisfacer todas esas necesidades, sin comprometer el futuro de las generaciones venideras.

Al respecto de la edificación, que es el tema principal a abordar en el presente trabajo, se tratará de evitar que sea un problema para el cambio climático y sus consecuencias, minimizándolo en la medida que sea posible y mitigando sus efectos. Para ello, existen diversas estrategias a seguir, como es la optimización de los recursos y los materiales, con el objetivo de minimizar lo máximo posible el consumo energético. Ello hará que se reduzcan a su vez el número de residuos y emisiones contaminantes durante su vida útil, protegiendo de esta forma el medio ambiente.

## 1.1 Marco normativo

El desarrollo sostenible es un concepto muy importante para el futuro de la sociedad, marcando objetivos a medio, corto y largo plazo. Los dirigentes de las diferentes naciones, especialmente aquellas con un mayor desarrollo tanto a nivel económico como industrial, así como la comunidad científica, han comprendido que el nivel de proceder es insostenible tanto desde el punto social, como el económico y el medioambiental. Es por ello, que especialmente en las últimas cuatro décadas se ha comenzado a crear diferentes normativas para hacer frente al cambio climático.

Uno de los primeros acuerdos a nivel medioambiental más relevantes fue el Protocolo de Kioto en la COP (Conferencia de las Partes) de 1997, en el cual se produjo un acuerdo para reducir en un 5% los GEI (Gases de Efecto Invernadero) respecto a los niveles en 1990. Ya en el período

entre 2008 y 2012, en dicho protocolo se admite que dichas cifras no son alcanzables. Sin embargo, la Unión Europea ratifica el acuerdo, aumentando la reducción a un 8% global, variables dependiendo factores ambientales y económicos de cada estado miembro, siendo el caso de España un 15%.

A finales de 2015 se llega un acuerdo universal en la COP de París, pretendiendo conseguir un equilibrio entre las emisiones GEI causadas por el ser humano, y las capturadas por medios naturales y tecnológicos. En 2018 cada uno de los países deberá hacer una evaluación de los impactos de sus iniciativas, así como hacer una revisión de su política en relación a la reducción de GEI.

A consecuencia de los diferentes tratados internacionales y a la necesidad de conseguir un ahorro energético, las distintas instituciones tratan de adaptarse con el tiempo. En la unión Europea, la precursora de estas normas es la Directiva 93/76/CEE, del año 1993 en la cual se limitan las emisiones de CO<sub>2</sub>, mediante la mejora de la eficiencia energética. En la cual se señala a la construcción como uno de los principales responsables de la contaminación, siendo uno de los aspectos más importantes a mejorar.

Más tarde, en las directivas EPBD (Energy Performance of Buildings) se aglutinan los objetivos del protocolo de Kioto a nivel europeo, siendo la primera de ellas la Directiva 2002/91/CE, la cual trata sobre el comportamiento energético de los edificios, instando a los países miembros a establecer una metodología para la certificación energética. En la Directiva 2010/31/UE se realizan modificaciones sobre la Directiva 2002/91/CE, con lo cual se establece que la certificación energética en inmuebles en venta o alquiler tiene carácter obligatorio, igual que la etiqueta energética en edificios públicos y planes nacionales para aumentar el número de edificios de consumo casi nulo, por último la Directiva 2012/27/UE en materia de eficiencia energética completa la Directiva 2010/31/UE.

Ya en el ámbito nacional, en el marco normativo se desarrolla el RD 314/06, en el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE). El CTE es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. En dicha normativa se hace especial hincapié en la demanda energética de los edificios, los estándares de confort térmico y la presencia de energías renovables en el funcionamiento de los edificios. De especial relevancia para el presente proyecto son el Documento Básico HE (Ahorro de energía) y el Real Decreto 235/2013, los cuales se explicarán a continuación.

El 12 de septiembre de 2013 se publicó la Orden FOM 1635/2013, de 10 de septiembre, por la cual se actualizaba el Documento Básico HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, y que entró en vigor el día siguiente de su publicación en el BOE. En la sección HE 0 de dicho documento (Limitación del consumo energético) punto 1 se establece que el ámbito de aplicación es para:

- 1- Edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes.
- 2- Edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

A su vez, en el punto 2.2.2 de la sección HE 0 del DB HE se explica la calificación mínima a obtener para edificios nuevos o ampliaciones de existentes:

- 1- La calificación energética para el indicador de consumo energético de energía primaria del edificio o la parte ampliada, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.

De esta forma, por el Real Decreto 235/2013 aprobado el día 5 de abril, se aprueba un procedimiento básico en lo referente a la certificación de la eficiencia energética en edificios. Esta legislación está consolidada (BOE 13/04/2013).

Esta normativa también es aplicable para edificios privados con una superficie útil mayor a 500 metros cuadrados y que estén habitados muy a menudo, siendo obligado la posesión del certificado ya esté construido, vendido o alquilado, una vez dispongan del certificado será obligatorio exponerlo a partir del 1 de junio del 2013.

También se tendrá en cuenta la superficie útil del edificio en construcciones públicas y ocupadas por autoridad pública, y que a su vez sean frecuentadas de manera habitual por público (esto lo determinará la autoridad responsable del edificio, teniendo en cuenta si hay mayor cantidad de gente por cualquier gestión o exhibición que se pueda realizar en el edificio), a partir del 1 de julio de 2013 deberá ser obligatorio el certificado energético para construcciones de más de 500 m<sup>2</sup> y a partir del 9 de julio de 2015 cuando la superficie útil sea mayor de 250 m<sup>2</sup>.

Finalmente, en lo respectivo a la edificación se emplean más normativas, tales como el RD 1027/07, conocido como el Reglamento de las instalaciones térmicas de los edificios (RITE), o el RD 47/2007, o el RD 56/2016 por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, y en lo referente a auditorías energéticas, así como acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia de suministro de energía.

Por lo que se concluye que la normativa, la cual se lleva a cabo tanto a nivel estatal, como europeo y mundial, es necesaria pues establece unas directrices con las cuales afrontar el cambio climático y los problemas energéticos, que han afectado de manera notoria a la sociedad y que pueden tener consecuencias difícilmente reversibles en el futuro. Especificando en el sector de la construcción, es uno de los principales causantes de la contaminación atmosférica, siendo necesario establecer estrategias para reducir el consumo energético, para encaminarse a un futuro sostenible y que respete el medio ambiente.

## 1.2 Documentos reconocidos y software existente

Los documentos reconocidos son aquellas herramientas informáticas o documentos técnicos que han sido reconocidos por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Ministerio de Fomento, y que son de apoyo para el proceso de la certificación energética de edificios.

El Ministerio de energía, turismo y agenda digital del gobierno de España pone a disposición de cualquier usuario algunas herramientas básicas, con las cuales estudiar el cumplimiento del CTE en materia de ahorro y consumo energético y la realización de certificaciones energéticas.

Los principales programas empleados son: CE3, CE3X, CERMA, CYPETHERM HE Plus, SG SAVE y HULC, siendo este último el que se va a emplear en el presente proyecto para realizar el análisis de la envolvente.

Los programas mencionados se pueden dividir en dos categorías, los de procedimiento simplificado (CE3, CE3X y CERMA), y los de procedimiento general (HULC, CYPETHERM HE Plus y SG SAVE).

El edificio a resolver será un edificio de oficinas adosado a una nave industrial y de nueva creación, estos factores serán los que determinen el programa más conveniente para la realización del trabajo.

El programa CE3 se emplea con el fin de obtener un certificado energético de cualquier tipología de edificio, tanto de una vivienda unifamiliar, como de un bloque de viviendas o un edificio terciario como es el que se va analizar, los únicos edificios los cuales no pueden ser calculados son aquellos que tienen algún equipo o sistema que no esté incluido en CALENER, (un programa reconocido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y que se emplea para introducir las instalaciones térmicas y por lo tanto calcular consumos energéticos).

Por otra parte, CE3X es un programa que está disponible para descargar gratuitamente en la página del Código Técnico de la Edificación, y del cual además estadísticamente se obtienen unos resultados mejores que el programa CE3, para grandes edificios terciarios. Es un programa reconocido por el Ministerio de Energía, Industria y Trabajo de cara a la realización de certificaciones energéticas en viviendas ya existentes. Permite obtener parámetros como son las emisiones de dióxido de carbono, el consumo o la demanda energética.

Con CE3X se puede obtener certificados energéticos para edificaciones residenciales, y pequeños o grandes edificios terciarios. El funcionamiento del programa se basa en la comparación de los datos introducidos por el usuario y edificios similares que tenga en la base de datos, una vez el programa ha seleccionado el más similar realiza unos cálculos aproximados para obtener la demanda.

Una ventaja de CE3X respecto al CE3, es que es más sencillo de emplear, requiriendo de un número de datos menor, obteniendo el resultado de forma más inmediata. En edificios existentes que solo requieran certificación energética se empleará CE3X, sin embargo, CE3X y CE3 solo sirven para edificios existentes, y para certificar energéticamente, mientras que tanto CERMA como HULC se pueden emplear para edificios nuevos existentes, y tanto para certificar como para verificar el cumplimiento del CTE. Es decir, en caso de edificio existente que no necesite verificar el CTE la solución óptima será el empleo de CE3X (no es la situación del trabajo a realizar).

CERMA es una herramienta reconocida por el Ministerio de Industria pero no promovido directamente por éste, como sucedía en los anteriormente mencionados. Es un programa creado por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), y sí está reconocido de forma oficial para la certificación de edificios residenciales, tanto nuevos como existentes. En lo referente a la certificación energética, CERMA siempre emitirá una calificación por debajo de la Herramienta Unificada, el motivo es que el Ministerio exige que todas las herramientas reconocidas deben dar una calificación peor que la oficial, no pudiendo de esta forma superar a la obtenida en HULC. En la mayoría de casos es un factor sin importancia y se obtiene la misma letra, pero puede darse algún caso donde si haya variación.

CERMA es una herramienta mucho más sencilla de emplear que la Herramienta Unificada (HULC), ya que no es necesario la creación del edificio en tres dimensiones, pese a ello, sólo será válido para viviendas, lo que impide su empleo para el edificio a realizar.

HULC es la Herramienta Unificada LIDER-CALENER, la herramienta LIDER era el software informático implementado para verificar la exigencia de limitación de demanda energética (HE1), la cual está establecida en el Documento Básico de Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación, realizada por el Grupo de Termotecnia de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA), junto con la colaboración del Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción (IETCC) y brindada por el Ministerio de la Vivienda y por el IDEA.

Posteriormente se produce la unificación en una sola plataforma de los programas generales oficiales, previamente empleados, en materia de evaluación de la demanda energética y del consumo energético, así como de los Procedimientos Generales para la Certificación energética de edificios, y de los cambios necesarios para la convergencia de la certificación energética con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones de los Edificios (RITE), ambos actualizados en el año 2013. De esta forma se crea la Herramienta Unificada, la cual es un software informático promovido por el Ministerio para la Transición Ecológica, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio, tanto en su fase de proyecto como en su finalización. Desde el 14 de enero de 2016 tanto los certificados de eficiencia energética como las verificaciones del CTE se deberán realizar con la versión 0.9.1431.1016 o posterior, en el presente trabajo se va a emplear la última versión existente, que es la 1.0.1564.1124 (marzo 2017).

Sin embargo, HULC no sirve para verificar todos los casos expuestos en las secciones correspondientes del DB HE, permite la verificación de las exigencias 2.2.1 en la sección HE0, 2.2.1.1 y punto 2 del apartado 2.2.2.1 de la sección HE1 del DB-HE. Igualmente permite la verificación del apartado 2.2.2 de la sección HE0, que deberá verificarse tal y como se establece en el DB HE, según el procedimiento básico para la certificación energética de edificios.

Cualquier otra exigencia perteneciente a las secciones HE0 y HE1 que resulten de aplicación deberán verificarse por otros medios. En el DB HE 2013 no se establece obligatoriedad de emplear una herramienta oficial de verificación de las exigencias de la demanda y consumo energético, pero el Ministerio pone a disposición la herramienta HULC para que pueda ser empleada por los técnicos que lo precisen.

Finalmente se tienen los programas CYPETHERM HE Plus y SG SAVE, de iniciativa privada, y para la calificación energética de: viviendas unifamiliares, viviendas en bloque, viviendas unifamiliares pertenecientes a edificios en bloque y edificios terciarios. Ambas herramientas fueron reconocidas como oficiales para realizar la certificación energética el pasado 5 de julio de 2018. Los dos programas sirven tanto para la certificación energética, como para la justificación del CTE DB-HE1 (limitación de la demanda energética) y el CTE DB-HE0 (limitación del consumo energético). SG SAVE emplea como motor de cálculo EnergyPlus, que es el programa de simulación térmica de edificios más avanzado que existe.

Para el presente proyecto se va a emplear HULC, ya que de los programas de procedimiento general es el que más tiempo lleva en uso, es la herramienta oficial y además permite tanto verificar el cumplimiento de la normativa como realizar certificados energéticos.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto será el diseño y análisis energético de un edificio administrativo de unas dimensiones de 71,59x14,57 m y adosado a una planta industrial. El edificio tiene dos plantas (planta baja y primera), lo que resulta en una una superficie total de 2215 m<sup>2</sup> aproximadamente. Con la ayuda del programa AutoCAD y HULC se creará el edificio en tres dimensiones, mediante unos planos aportados por el profesor D. Jose Luis Fuentes Bargues.

Una vez ya se haya diseñado el edificio perteneciente al caso de estudio (edificio administrativo asociado a una actividad industrial), se procederá a realizar un estudio del comportamiento energético del edificio, viendo como varía en base a dos variables principales: la zona climática y la orientación. Una vez obtenidos los resultados, se tratará de cumplir la limitación de demanda energética exigida normativamente por el CTE, mediante modificaciones en la envolvente y de los huecos.

Las previamente comentadas modificaciones serán tipologías constructivas habituales, no realizando cambios económicamente desorbitados o que no se empleen en la actualidad.

De esta forma se obtendrán resultados detallados de todas las zonas climáticas y las 4 orientaciones posibles (norte, sur, este y oeste), resultando en un total de 60 casos. Con esto se conseguirá un ahorro energético y un menor impacto medioambiental.

### 3. METODOLOGÍA

En este punto se realizará el diseño en tres dimensiones del edificio, introduciendo todos los datos necesarios previos al comienzo de las simulaciones.

#### 3.1 Creación de planos en AutoCAD

Para comenzar con la creación del edificio se hará empleo de AutoCAD que es un programa para el dibujo en 2D y el modelado en 3D. Es uno de los programas más empleados por ingenieros, arquitectos e ingenieros industriales.

El primer paso a realizar será el de elaborar un dibujo 2D de la planta baja, la planta primera y la cubierta. Para ello se realizará en archivos separados, y situando los tres dibujos en el origen de coordenadas con el comando mover.

Será obligado a la hora de realizar el diseño emplear el comando polilínea y no el de línea, y en sentido anti horario. Con ello se evitará cualquier tipo de problema a la hora de importar los planos con el programa HULC. Será recomendable emplear capas distintas para zonas distintas, puesto que en edificios complejos como es el caso (un gran número de zonas), ayudará visualmente para comprobar que todos los espacios estén perfectamente cerrados. También habrá que distinguir si el espacio a delimitar es todo exterior, o si por el contrario tiene cerramientos interiores que lo separan de otros espacios del edificio. Para una mejor explicación de cómo proceder en ambas circunstancias, se adjunta una captura del manual de usuario del programa HULC.

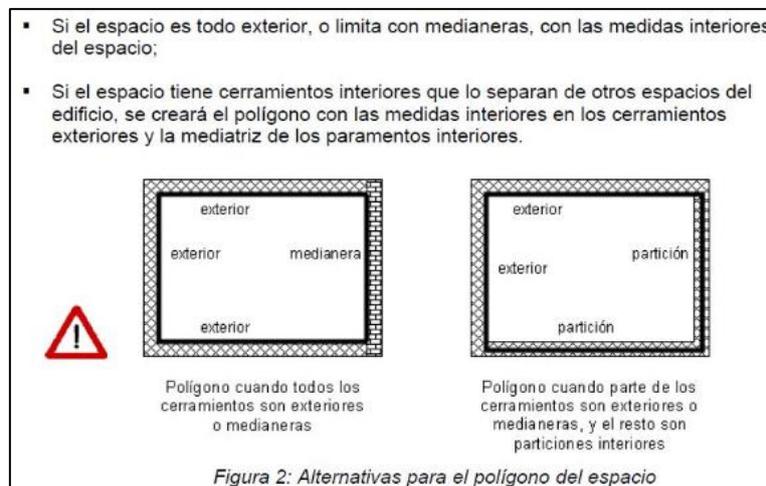


Figura 1. Definir espacios exteriores e interiores en AUTOCAD. Fuente: Manual de usuario HULC.

Para que la realización de los planos se hagan correctamente, es de especial relevancia hacer una lectura al previamente mencionado manual de usuario de HULC, por ello se han resumido algunas recomendaciones previas a tener en cuenta:

- El número de espacios no deberá superar el valor límite de 100.
- Todos los espacios deberán estar completamente cerrados.
- El número de vértices de una zona no podrá ser superior a 30.

- El número de elementos (cerramientos del edificio, incluyendo interiores y ventanas), no debe ser superior a 500.
- No es posible definir forjados o suelos inclinados.
- Todas las ventanas deberán ser definidas como rectangulares, y de una dimensión inferior a la zona donde esté ubicada.
- Se deberá evitar emplear espacios o caracteres especiales que no reconozca el programa.
- Los planos en AutoCAD deberán exportarse como .DXF.

Teniendo en cuenta todo lo previamente mencionado, se concluye con AutoCAD, obteniendo los siguientes planos:

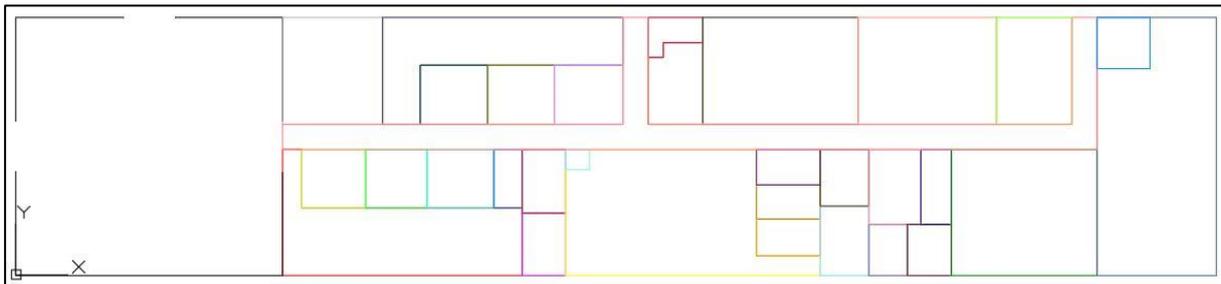


Figura 2. Espacios considerados planta baja edificio administrativo. Fuente: Elaboración propia.

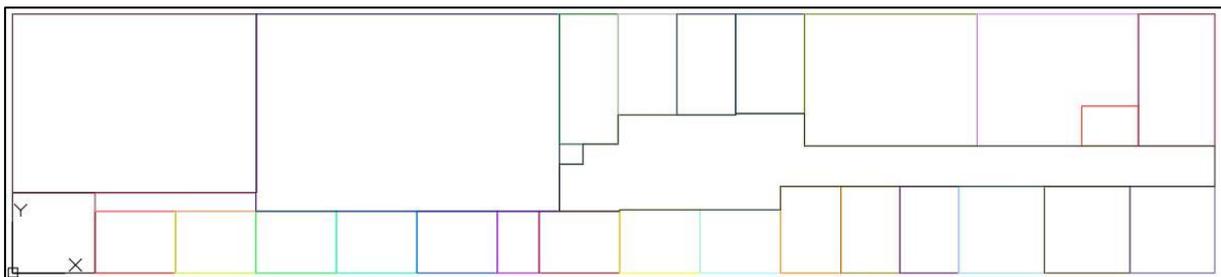


Figura 3. Espacios considerados planta primera edificio administrativo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Espacios considerados cubierta edificio administrativo. Fuente: Elaboración propia.

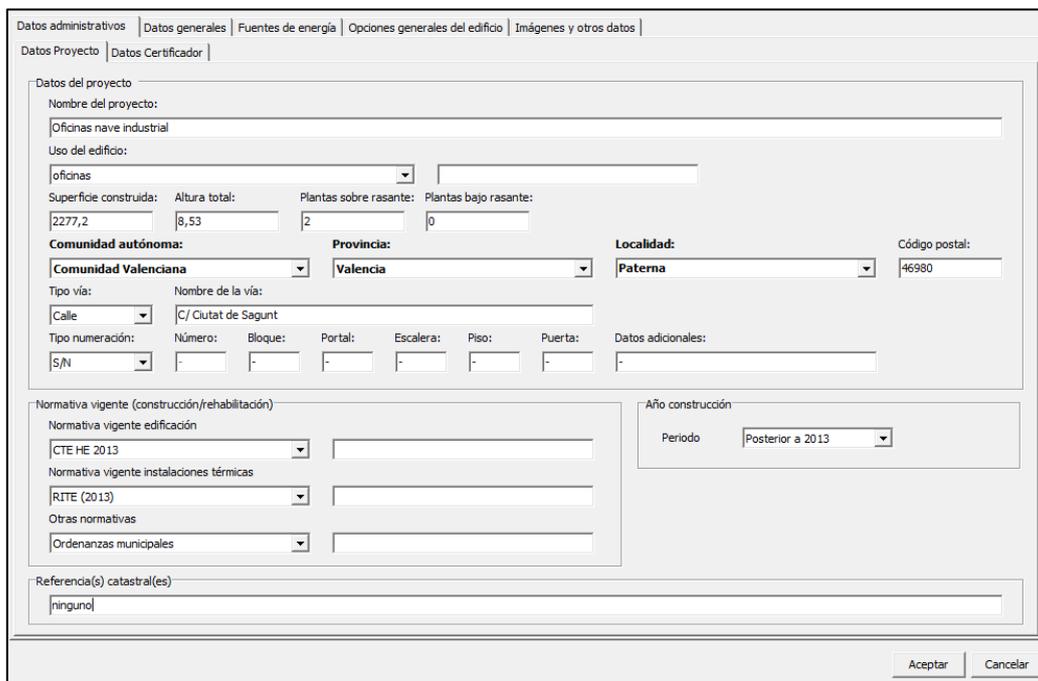
### 3.2 Introducción datos administrativos y generales

Una vez ya elaborados los planos, se procede a abrir HULC. El primer paso con el programa será el de rellenar los datos administrativos. Aquí se rellenan los siguientes campos:

- Nombre del proyecto: Oficinas nave industrial
- Uso del edificio: El uso del edificio será para oficinas.

- Superficie total construida: La superficie total construida serán 2277,2 m<sup>2</sup>. De esa cantidad 2215 m<sup>2</sup> serán transitables.
- Altura total: La altura del punto más alto serán 8,53m.
- Comunidad autónoma, provincia, localidad y código postal: En estos campos se introducen la localización del edificio, el cual para el primer caso se escogió Paterna.
- Normativa vigente edificación: Al ser un edificio nuevo se registrará por el CTE HE 2013.
- Normativa vigente instalaciones térmicas: Por el mismo motivo que el punto anterior, se emplea el RITE (2013).
- Otras normativas: Las ordenanzas correspondientes al municipio en el que esté localizado.
- Año construcción: Se va a considerar este año, por lo que se selecciona la opción “Posterior a 2013”.

Los datos administrativos quedarán de la forma en que se ve a continuación:



Datos administrativos | Datos generales | Fuentes de energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos |

Datos Proyecto | Datos Certificador |

Datos del proyecto

Nombre del proyecto:  
Oficinas nave industrial

Uso del edificio:  
oficinas

Superficie construida: 2277,2    Altura total: 8,53    Plantas sobre rasante: 2    Plantas bajo rasante: 0

Comunidad autónoma: Comunidad Valenciana    Provincia: Valencia    Localidad: Paterna    Código postal: 46980

Tipo vía: Calle    Nombre de la vía: C/ Ciutat de Sagunt

Tipo numeración: S/N    Número: -    Bloque: -    Portal: -    Escalera: -    Piso: -    Puerta: -    Datos adicionales: -

Normativa vigente (construcción/rehabilitación)

Normativa vigente edificación: CTE HE 2013

Normativa vigente instalaciones térmicas: RITE (2013)

Otras normativas: Ordenanzas municipales

Año construcción: Período: Posterior a 2013

Referencia(s) catastral(es): ninguno

Aceptar    Cancelar

Figura 5. Datos administrativos caso inicial. Fuente: HULC.

Se prosigue rellenando los datos generales, pero previamente se deberá determinar el número de renovaciones por hora y la zona climática, ya que serán datos a rellenar en el apartado mencionado. Se comenzará con el cálculo de las renovaciones, al tratarse de un edificio terciario, el cálculo del número de renovaciones se tendrá que realizar en base al RITE. El RITE establece 5 métodos para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación, de los cinco métodos dos son métodos indirectos, en los cuales el caudal se determina por la ocupación o la superficie de los locales. Los otros tres métodos son directos, calculando el caudal de ventilación a partir de la carga contaminante del edificio.

Los 5 métodos dan resultados similares, se va a coger el resultado obtenido del primer método, que es el más empleado. El método se denomina: “método indirecto de cálculo de aire exterior

por persona”, teniendo que extraer en primer lugar la categoría del aire interior y la superficie de suelo por ocupante, de las tablas 12 y 14 del RITE respectivamente.

**1.2.2 Ventilación de locales (RITE)**

El caudal de ventilación de los locales se establece en función de la calidad del aire interior (Tabla 12).

IDA 1	<b>Aire de óptima calidad:</b> hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	<b>Aire de buena calidad:</b> oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	<b>Aire de calidad media:</b> edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	<b>Aire de calidad baja:</b> no se debe aplicar.

**Tabla 12:** Categorías del aire interior en función del uso de los edificios

Figura 6. Categorías del aire interior en función del uso de los edificios. Fuente: RITE.

Tipo de uso	m <sup>2</sup> /ocupante
Oficinas paisaje	12
Oficinas pequeñas	10
Salas de reuniones	3
Centros comerciales	4
Aulas	2,5
Salas de hospital	10
Habitaciones de hotel	10
Restaurantes	1,5

**Tabla 14:** Superficie de suelo por ocupante en m<sup>2</sup>/ocupante. Tabla 22 de la UNE EN13779:2004 y Tabla 12 de la UNE EN13779:2008

Figura 7. Superficie de suelo por ocupante en m<sup>2</sup>/ocupante. Fuente: RITE.

Por lo que de la tabla 12 se saca que la calidad del aire es IDA 2, ya que el edificio es un edificio de oficinas. De la misma forma, de la tabla 14 se tiene que la superficie por ocupante es de 10 m<sup>2</sup>. Conocidas la superficie y la superficie por ocupante, se puede calcular fácilmente el número de ocupantes.

$$Número_{ocupantes} = \frac{Superficie}{Superficie/ocupante} = \frac{2227,2}{10} = 227,2 \approx 228 \text{ ocupantes}$$

El caudal de aire exterior va en función a la categoría previamente seleccionada, al tratarse de IDA 2:

Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

**Tabla 15:** Caudales de aire exterior, l/s por persona (Tabla 1.4.2.1 del RITE)

Figura 8. Caudales de aire exterior, l/s por persona. Fuente: RITE.

El caudal de ventilación se calculará de la siguiente forma:

$$Q_V = \text{Número}_{\text{ocupantes}} \cdot Q_{\text{aireext}} = 228 \cdot 12,5 = 2850 \text{ l/s} = 10260 \text{ m}^3/\text{h}$$

Y determinando el volumen del edificio, descontando cerramientos y falso techo de la altura total:

$$\text{Volumen}_{\text{oficinas}} = S \cdot h = 2277,2 \cdot 5 = 11386 \text{ m}^3$$

Se obtiene finalmente la ventilación en renovaciones por hora, que es las unidades requeridas por el programa:

$$\text{Número}_{\text{renovacioneshora}} = \frac{Q_V}{\text{Volumen}_{\text{oficinas}}} = \frac{10260}{11386} = 0,9011 \text{ renov/hora}$$

En lo que respecta a la zona climática en la cual se sitúa el edificio, y que es un dato muy relevante de cara a la demanda de energía y será de vital importancia en futuros cálculos de este proyecto, el procedimiento general para determinar la zona climática de un determinado lugar basta con buscar en la Tabla D.1 del primer apéndice del DB HE y en base a la diferencia entre la altura del lugar y la de la capital de su provincia determinará dicha zona climática. Sin embargo, este será el único caso en el que no se haga así, ya que al ser un municipio localizado en la Comunidad Valenciana, se puede emplear el PDF de zonificación climática de la Comunitat Valenciana por municipios (CTE-HE1), documento creado por el Instituto Valenciano de la Edificación, y que ofrece valores más exactos que la Tabla D.1 del primer apéndice del DB HE para zonas de la Comunidad Valenciana.

Millares	La Canal de Navarrés	364	<b>C2</b>
Miramar	La Safor	13	<b>B3</b>
Mislata	L' Horta Oest	27	<b>B3</b>
Mogente /Moixent	La Costera	340	<b>C2</b>
Moncada	L' Horta Nord	31	<b>B3</b>
Montserrat	La Ribera Alta	165	<b>B3</b>
Montaverner	La Vall d'Albaida	183	<b>B3</b>
Montesa	La Costera	293	<b>C2</b>
Montixelvo / Montichelvo	La Vall d'Albaida	262	<b>C2</b>
Montroy	La Ribera Alta	138	<b>B3</b>
Museros	L' Horta Nord	17	<b>B3</b>
Náquera	El Camp de Túria	222	<b>C2</b>
Navarrés	La Canal de Navarrés	278	<b>C2</b>
Novelé / Novetiè	La Costera	129	<b>B3</b>
Oliva	La Safor	15	<b>B3</b>
Olleria (l')	La Vall d'Albaida	250	<b>C2</b>
Olocau	El Camp de Túria	274	<b>C2</b>
Ontinyent	La Vall d'Albaida	353	<b>C2</b>
Otos	La Vall d'Albaida	327	<b>C2</b>
Paiporta	L' Horta Sud	23	<b>B3</b>
Palma de Gandía	La Safor	78	<b>B3</b>
Palmera	La Safor	22	<b>B3</b>
Palomar (el)	La Vall d'Albaida	311	<b>C2</b>
<b>Paterna</b>	<b>L' Horta Oest</b>	<b>53</b>	<b>B3</b>

Figura 9. Zona climática Paterna. Fuente: Instituto Valenciano de la Edificación.

Ahora ya se podrán completar todos los datos pertenecientes a la pestaña datos generales, tal y como sigue:

- Definición del caso: El edificio se trata de un edificio nuevo, y se va a verificar el CTE-HE, así que la primera opción.
- Altitud: Como indica el Instituto Valenciano de la Edificación, para Paterna son 53m.
- Zona climática: Como la altitud, para Paterna la zona climática será la B3, que es una zona climática peninsular.
- Tipo de edificio: Se trata de un gran edificio terciario (GT). Gran terciario se centra en dos tipos de inmuebles principalmente: naves industriales y edificios de gran tamaño como es un complejo de oficinas.
- Ventilación inicial de los espacios habitables del edificio: En este apartado se indica el número de renovaciones por hora, 0,9011.
- Tipo de uso: Tendrá un uso de intensidad media (16h) y estará acondicionado.

La información recogida queda de esta forma:

Figura 10. Datos generales caso inicial. Fuente: HULC.

Como parte final de los datos iniciales, se tiene en la pestaña de opciones generales del edificio, el periodo de aplicación de elementos sombra en huecos. Esto se refiere a elementos de sombra no predefinidos en el programa (es decir, diferentes a toldos fijos, voladizos, salientes laterales o persianas de lamas o similares, que estén fijos durante todo el año). El periodo marcado es el veraniego, que transcurre del mes de junio a septiembre.

Finalizado con la introducción de los datos iniciales, se procederá a la creación del edificio en 3D.

### 3.3 Definición de la envolvente en HULC

El siguiente paso será la definición de los elementos constructivos que van a formar el edificio de oficinas. Para ello, se presiona en el icono con forma de lápiz, denominado definición geométrica, constructiva y operacional.

Una vez dentro, se accede a la base de datos, y en cerramientos y particiones interiores se procederá a crear todos los tipos de cerramientos que sean necesarios.

### 3.3.1.- Fachada principal

Grupo Cerramientos opacos

Nombre FACHADA\_PRINCIPAL

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
2	EPS Poliestireno Expandido [0,037 W/(mK)]	0,005	0,038	30	1000	
3	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
4	Hormigón armado d > 2500	0,160	2,500	2600	1000	
5	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,050	0,041	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
7						

Grupo Material Metales

Material Aluminio aleaciones de 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,61 W/(mK)

Aceptar

Figura 11. Solución constructiva fachada, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

La fachada principal está constituida por 5 mm de poliestireno entre dos capas de aluminio de un milímetro, una capa de hormigón prefabricado de 16 cm, junto con un aislamiento de 5 cm de lana mineral y un enlucido de yeso de 1,5 cm. La transmitancia térmica será de 0,61 W/mK.

### 3.3.2.- Medianera

Grupo Cerramientos opacos

Nombre MEDIANERA

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón armado d > 2500	0,200	2,500	2600	1000	
2	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,040	0,041	40	1000	
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material Yesos

Material Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,78 W/(mK)

Aceptar

Figura 12. Solución constructiva medianera, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

La medianera es la pared vertical que separa los dos edificios colindantes (el edificio de oficinas y la nave industrial), su composición está formada por tres elementos constructivos: una capa de hormigón armado de 20 cm, un aislamiento de 4 cm de lana mineral y 1,5 cm de placa de yeso. La transmitancia total es de 0,78 W/mK

### 3.3.3.- Solera planta baja

Grupo Cerramientos opacos

Nombre SOLERA\_PB

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
3	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,060	0,038	30	1000	
5	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
6	Hormigón armado d > 2500	0,100	2,500	2600	1000	
7	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
8	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
9						

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa de gres

0,020 Espesor (m)

U 0,44 W/(mK)

Aceptar

Figura 13. Solución constructiva solera planta baja, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

En la solera se ha distinguido entre la planta baja y la primera, la planta baja está formada por una plaqueta de gres de 1,5 cm, junto con mortero de cemento del mismo espesor, a eso se le añade 6 cm de aislante de poliestireno entre dos capas de poliestireno plástico, y finalmente una capa de hormigón armado de 10 cm conjuntamente con poliestireno plástico y 10 cm de arena y grava. La U tiene un valor de 0,44 W/mK.

### 3.3.4.- Solera primera planta

Grupo Cerramientos opacos

Nombre SOLERA\_P1

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,050	0,550	1125	1000	
3	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,060	0,038	30	1000	
5	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
6	Con capa de compresión -Canto 250 mm	0,250	1,560	1580	1000	
7						

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa de gres

0,020 Espesor (m)

U 0,44 W/(mK)

Aceptar

Figura 14. Solución constructiva solera planta primera, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

La solera de la primera planta es similar, constituida por una placa de gres de 1,5 cm, un mortero de cemento de 5 cm y un aislamiento de 6 cm entre dos capas de poliestireno plástico. El último elemento será una losa alveolar de 25 cm, la transmitancia térmica volverá a ser 0,44 W/mK.

### 3.3.5.- Forjado interno

Grupo Cerramientos opacos

Nombre FORJADO\_INTERNO

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior)

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo)

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Con capa de compresión -Canto 250 mm	0,250	1,560	1580	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,040	0,400	875	1000	
3	Plaqueta o baldosa de gres	0,020	2,300	2500	1000	
4						

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa de gres

Esesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 2,28 W/(m²K)

Aceptar

Figura 15. Solución constructiva forjado interno, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

El forjado interno está constituido por una losa alveolar de 25 cm, un mortero de cemento de 4 cm y una plaqueta de gres de 2 cm para la sustentación. La transmitancia del elemento constructivo es de 2,29 W/mK.

### 3.3.6.- Tabiquería 1-6

Grupo Cerramientos opacos

Nombre TABIQUERIA1\_6

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior)

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo)

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
2	MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0,060	0,031	40	1000	
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material Yesos

Material Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900

Esesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,45 W/(m²K)

Aceptar

Figura 16. Solución constructiva tabiquería 1-6, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

En el edificio a analizar existen dos tipos de tabiquería interiores dependiendo de la zona, esta tipología de tabiquería está constituida por dos placas de yeso laminado de 15 cm y un aislamiento de 6 cm de lana mineral. La transmitancia térmica tiene un valor de 0,45 W/mK.

### 3.3.7.- Tabiquería 7-8

Grupo Cerramientos opacos

Nombre TABIQUERIA7\_8

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormión armado 2300 < d < 2500	0,160	2,300	2400	1000	
2	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,050	0,041	40	1000	
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
4						

Grupo Material Yesos

Material Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900

Esesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,66 W/(m²K)

Aceptar

Figura 17. Solución constructiva tabiquería 7-8, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

La otra tipología de tabiquería es la 7-8, cuya principal diferencia es que está formada por hormigón armado de 16 cm de espesor en lugar de la placa de yeso laminado. Este factor hace que la transmitancia térmica sea superior (menos aislante), y de valor 0,66 W/mK.

### 3.3.8.- Cubierta

Grupo Cerramientos opacos

Nombre CUBIERTA

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,080	2,000	1450	1050	
2	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0,037 W/(mK)]	0,060	0,038	30	1000	
4	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,100	0,400	875	1000	
6						

Grupo Material Pétreos y suelos

Material Arena y grava [1700 < d < 2200]

Esesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,45 W/(m²K)

Aceptar

Figura 18. Solución constructiva cubierta, introducida en el programa HULC. Fuente: HULC.

El último elemento constructivo es la cubierta, se trata de una cubierta plana y no transitable, con una capa de arena y grava de 8 cm, un revestimiento textil de 6 mm, 6 cm de aislamiento de poliestireno expandido, otro revestimiento textil de 6 mm y un mortero de cemento para

formación de pendientes de 10 cm. Todo ello resulta en una transmitividad térmica de 0,45 W/mK.

Se ha hecho hincapié en los valores de las transmitancias térmicas de los elementos térmicos, ya que es de gran relevancia de cara a las simulaciones que se realizarán posteriormente. Un valor bajo de transmitancia térmica significará que es muy aislante, y a la inversa. La tabla 13.14 del CTE-HE2, indica los valores máximos del coeficiente global de transmisión para los distintos cerramientos y zonas climáticas, como se puede comprobar, los valores mostrados son inferiores a los recomendados.

**13.2.5.1. Valores máximos del coeficiente global del cerramiento.**

El CTE-HE-2 limita el valor máximo del coeficiente global de transmisión de calor de cada cerramiento (ver Tabla 13.14).

*Tabla 13.14. Valores máximos del coeficiente global de transmisión de cada cerramiento y partición interior [W/m<sup>2</sup>°C]*

Cerramiento o particiones interiores	Zonas A	Zonas B	Zonas C	Zonas D	Zonas E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con zonas no habitables y 1er metro de muros y suelos en contacto con 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	5.70	5.70	4.40	3.50	3.10
Medianerías	1.22	1.07	1.00	1.00	1.00

Figura 19. Valores máximos del coeficiente global del cerramiento. Fuente: CTE

### 3.4 Definición de los huecos en HULC

Las ventanas son de doble acristalamiento (6/12/6) y de vidrio bajo emisivo. Los bajo emisivos ofrecen un aislamiento hasta tres veces superior a los acristalamientos básicos. Uno de los vidrios tiene un tratamiento especial, que ayuda a mejorar el aislamiento térmico del hogar. Para obtener los datos específicos se ha buscado en un catálogo, un modelo comercial 6/12/6.

SGG PLANITHERM "S": prestaciones en doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS							
Vidrio exterior		SGG PLANITHERM S					
Vidrio interior		SGG PLANILUX					
Composición	mm	4(6)4	4(12)4	4(15)4	6(12)4	6(12)6	6(15)6
Espesor	mm	14	20	23	22	24	27
Peso	Kg/m <sup>2</sup>	20	20	20	25	30	30
Posición de la capa bajo emisiva	cara	2	2	2	2	2	2
Factores luminosos							
Tl	%	66	66	66	68	64	64
Rl <sub>i</sub>	%	11	11	11	11	11	11
Rl <sub>e</sub>	%	11	11	11	11	10	10
UV T <sub>uv</sub>	%	20	20	20	19	18	19
Factores energéticos							
Te	%	44	44	44	42	41	41
Re	%	17	17	17	19	16	16
Aet	%	35	35	35	39	35	39
Aez	%	4	4	4	3	5	5
Factor solar							
g <sub>TN,000</sub>		0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,48
Shading coefficient		0,58	0,58	0,58	0,55	0,55	0,55
Coefficiente U Aire	W/(m <sup>2</sup> .K)	2,5	1,7	1,5	1,7	1,7	1,4
Coefficiente U Argón 90%	W/(m <sup>2</sup> .K)	2,0	1,4	1,2	1,4	1,4	1,2

Figura 20. Hoja de características vidrio comercial PLANITHERM. Fuente: Catálogo Saint Gobain Glass.

El doble acristalamiento incide de manera significativa en el consumo energético. En invierno se produce una reducción de la pérdida de calor de la vivienda, requiriendo menos consumo de gas o electricidad para calentar. En verano, se evitará que entre aire caliente desde el exterior, ahorrando en aire acondicionado. Esta reducción en gasto energético a lo largo del año se traduce en un ahorro económico en la factura de la luz y gas.

El modelo comercial seleccionado es un PLANITHERM 6/12/6 como se requería en la memoria del proyecto, con un factor solar de 0,48 y un coeficiente U de 1,7. Dentro de la base de datos se accede a huecos y lucernarios, y en la carpeta vidrio se crea el modelo comercial seleccionado, con las características extraídas del catálogo.

Grupo Vidrios

Nombre PLANITHERM6\_12\_6

Propiedades:

Transmitancia térmica (U) 1.70 W/m²K

Factor Solar (g) 0.480 Adimensional

Figura 21. Introducción del nuevo tipo de vidrio en HULC. Fuente: HULC.

Una vez ya definido la nueva tipología de vidrio, se crea el tipo de ventana a colocar en el edificio. El tipo de marco inicial será un marco metálico con ruptura de puente térmico de entre 4 y 12 mm. La superficie del marco respecto al total será de un 15%. La permeabilidad del aire será la mitad de la máxima permitida, que es 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>.

Nombre Ventana

Propiedades:

Grupo Vidrio Vidrios

Vidrio PLANITHERM6\_12\_6

Grupo Marco Metálicos en posición vertical

Marco VER\_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12

% hueco cubierto por el marco 15,00  ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 25,00 m³/hm² a 100 Pa

Aceptar

Figura 22. Introducción de los datos de la ventana en HULC. Fuente: HULC.

Para finalizar con la definición de los huecos, se establecerán las distintas puertas existentes en el edificio. Para ello se hará distinción entre los distintos tipos de puerta existentes en el edificio a analizar.

Figura 23. Introducción de los datos de las puertas P5-P7 en HULC. Fuente: HULC.

La puerta es una puerta metálica, para indicar que es una puerta en la Herramienta Unificada se deberá indicar en la captura mostrada anteriormente, además de especificar que el porcentaje cubierto por el marco es del 99 % (ya que marcar la totalidad puede dar error).

Figura 24. Introducción de los datos de las puertas P10-P11 en HULC. Fuente: HULC.

Se define el segundo tipo de puerta, donde solo cambia el tipo de vidrio, que al ser prácticamente inexistente no afectará en los cálculos.

Por último queda añadir a la base de datos el último tipo de puerta, esta puerta será la de acceso principal, y contrariamente con las anteriores, está hecha toda de vidrio, siendo el marco prácticamente inexistente. El vidrio seleccionado es el mismo que el de las ventanas, el PLANITHERM 6/12/6 que previamente se ha añadido a la base de datos. Con ello finaliza la definición de los huecos en el programa.

Figura 25. Introducción de los datos de las puertas P\_MC en HULC. Fuente: HULC.

### 3.5 Diseño del edificio en 3D en HULC

Una vez añadido todos los elementos constructivos a la base de datos se procede al siguiente paso, en la pestaña opciones, cerramientos y particiones interiores predeterminados, se especificarán que elementos se quiere que compongan el edificio. La selección quedaría de la siguiente forma:

Figura 26. Introducción de los cerramientos y particiones interiores predeterminados. Fuente: HULC.

Lo siguiente será mediante la herramienta “gestión de planos”, importar los planos en .DXF generados en AutoCAD. Primeramente se importará el archivo de la planta baja y se hará clic en crear muros y en crear forjados automáticos. Si es necesario cambiar cualquier elemento de forma individual se hará desde el menú desplegado, configurando la planta baja tal y como se desee.

Una vez finalizada la planta baja se seguirá con la primera planta, realizando el mismo procedimiento que se acaba de explicar. Ya con ambas plantas creadas, se introducirán las puertas y ventanas existentes en el edificio, con la herramienta crear ventana, desplegándose el siguiente menú:

Nombre:	P01_E01_PE001_V1	
Tipo de Huevo		
Definición de Huevo	Ventana	
Localización y Geometría	Coeficiente de corrección por dispositivo de sombra estacional	
X:	0,44 m	No Instalado
Y:	1,00 m	Instalado
Altura:	1,20 m	Corrector del Factor Solar
Anchura:	5,99 m	1,00
Retranqueo:	0,00 m	Corrector de Transmitancia Térmica
		1,00

Figura 27. Introducción de los huecos en HULC. Fuente: HULC.

En definición de hueco se especificará si es una ventana o puerta de las que se hayan definido o de la base de datos, y en localización y geometría se caracterizan la posición del hueco y sus dimensiones. De esta forma, se añaden todas las puertas o ventanas que sean requeridas.

Con ello estarán completas la planta baja y la primera, sólo restando la cubierta. Para la cubierta se vuelve a importar el plano de AutoCAD, y esta vez se hace uso de las opciones línea auxiliar y crear cerramientos auxiliares. La línea auxiliar se crea en mitad del edificio y a la altura del punto máximo de la cubierta. Una vez creada se emplea el comando crear cerramientos auxiliares, presionando en los puntos en sentido antihorario, y seleccionando cubierta.

El último elemento a añadir en este punto serán las sombras, volviendo a emplear los dos comandos usados para la creación de la cubierta. La única sombra será la proyectada por la nave industrial adosada al edificio de oficinas, esta vez se necesitarán dos líneas auxiliares, ambas adyacentes a la medianera, una a nivel del suelo y otra en el punto más alto de la planta industrial. Volviendo a seleccionar los puntos, y de igual forma en sentido antihorario, esta vez se indicará que es un elemento sombra. El edificio final quedará como en la siguiente imagen:

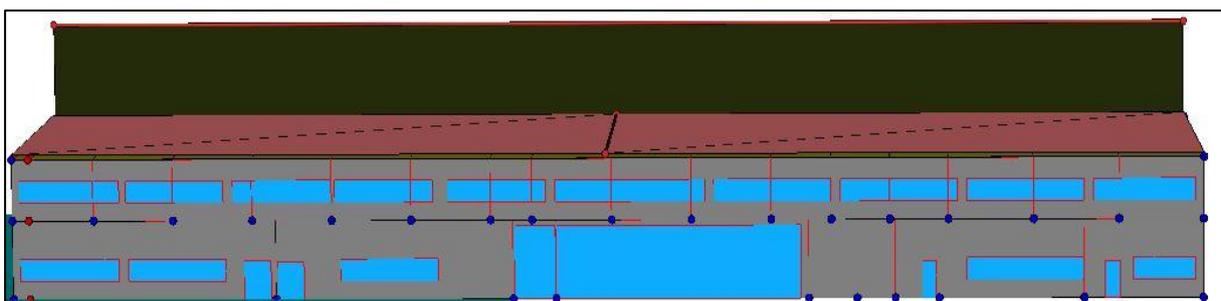


Figura 28. Edificio final en 3D. Fuente: HULC.

### 3.6 Puentes térmicos

Para finalizar con el diseño del edificio se deberán introducir los puentes térmicos, pudiéndose hacer por defecto, lo que significa que el cálculo lo realiza el programa pero se obtienen malos resultados (del lado de la seguridad), dado por el usuario, y por catálogo que es el que se va a emplear. Introduciendo las transmitancias y espesores requeridos para cada puente térmico, y marcando la opción constructiva correspondiente, se obtendrán valores mucho más cercanos a los reales que los obtenidos por el programa. Los puentes térmicos seleccionados y sus valores se pueden mostrar a continuación:

**Sistema dimensional interior**

Tipo puente: Frentes de forjados

Longitud total: 192,16 Recalcular

Nota: Este valor es estimativo y puede no ajustarse exactamente al caso, por ejemplo si existen fachadas a medianeras o encuentros de cubiertas inclinadas con fachadas. Se recomienda verificar que es correcto.

Valor por defecto  $W/mK$   
 Valor dado por usuario  $W/mK$   
 Valor dado por catálogo  $0,96 W/mK$

Detalle	Longitud(%)	L. rest(%)	U muro	Esp. forjado
Frentes de forjados - Forjado interrumpe el	100	0	0,61	0,31

Figura 29. Puentes térmicos fuentes de forjados. Fuente: HULC.

**Sistema dimensional interior**

Tipo puente: Cubiertas planas

Longitud total: 93,46 Recalcular

Nota: Este valor es estimativo y puede no ajustarse exactamente al caso, por ejemplo si existen fachadas a medianeras o encuentros de cubiertas inclinadas con fachadas. Se recomienda verificar que es correcto.

Valor por defecto  $W/mK$   
 Valor dado por usuario  $W/mK$   
 Valor dado por catálogo  $0,93 W/mK$

Detalle	Longitud(%)	L. rest(%)	U muro	U cubierta
Cubiertas planas - Forjado interrumpe el	100	0	0,61	0,45

Figura 30. Puentes térmicos cubiertas planas. Fuente: HULC.

**Sistema dimensional interior**

Tipo puente: Esquinas exteriores

Longitud total: 37,30 Recalcular

Nota: Este valor es estimativo y puede no ajustarse exactamente al caso, por ejemplo si existen fachadas a medianeras o encuentros de cubiertas inclinadas con fachadas. Se recomienda verificar que es correcto.

Valor por defecto  $W/mK$   
 Valor dado por usuario  $W/mK$   
 Valor dado por catálogo  $0,10 W/mK$

Detalle	Longitud(%)	L. rest(%)	U muro
Esquinas salientes	100	0	0,61

Figura 31. Puentes térmicos esquinas exteriores. Fuente: HULC.

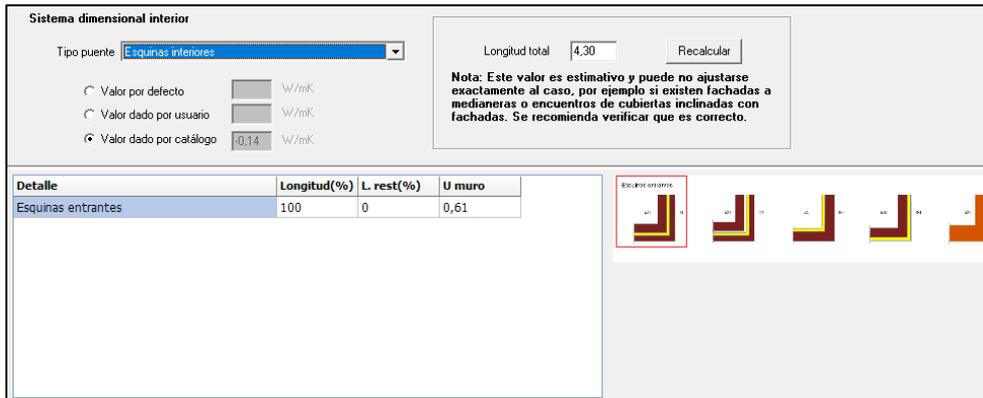


Figura 32. Puentes térmicos esquinas interiores. Fuente: HULC.

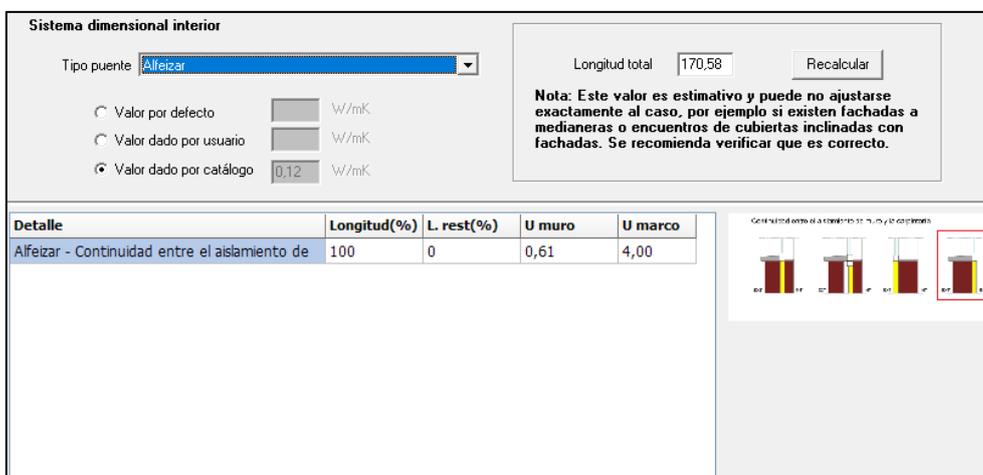


Figura 33. Puentes térmicos alfeizar. Fuente: HULC.

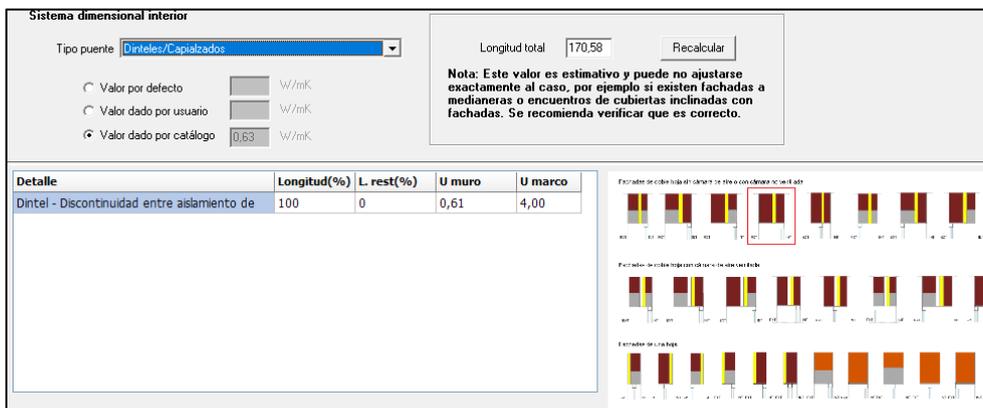


Figura 34. Puentes térmicos dinteles/capitalzados. Fuente: HULC.

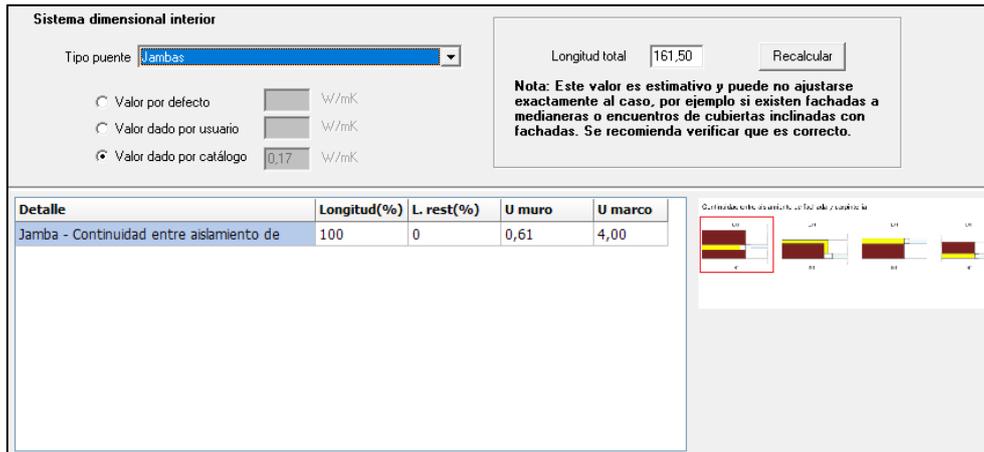


Figura 35. Puentes térmicos jambas. Fuente: HULC.

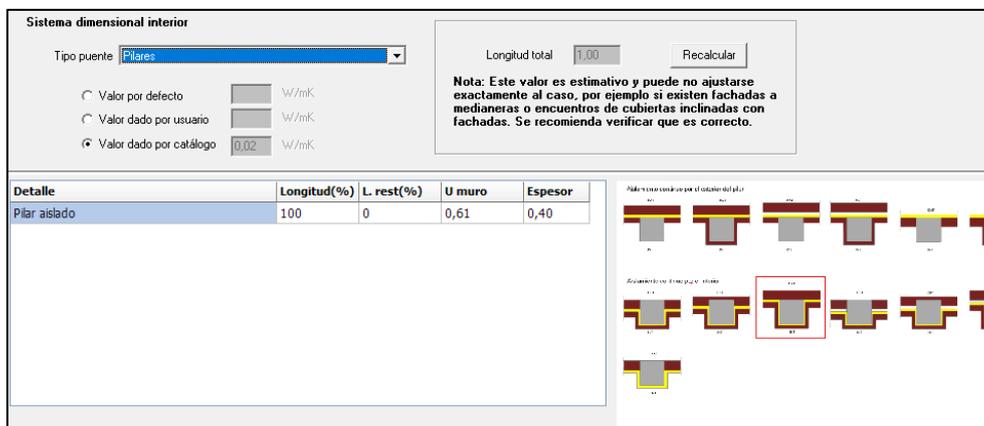


Figura 36. Puentes térmicos pilares. Fuente: HULC.

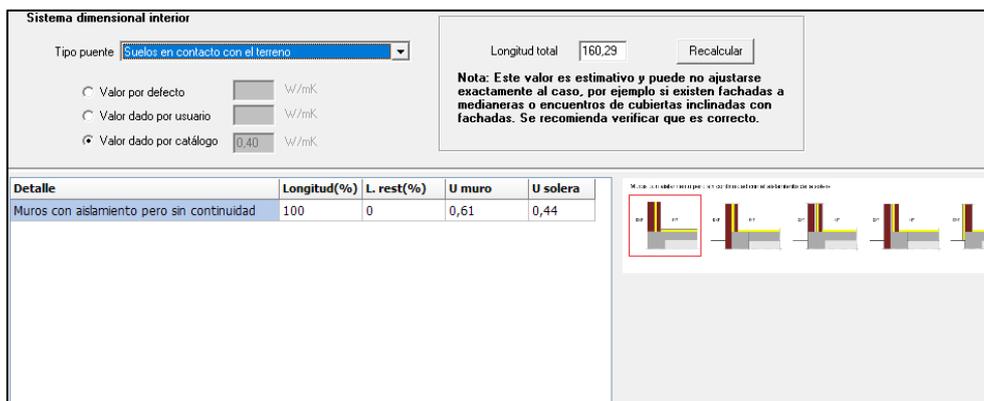


Figura 37. Puentes térmicos suelos en contacto con el terreno. Fuente: HULC.

Seleccionando la opción recalcular en cada puente térmico finaliza la parte del diseño del edificio en 3D en la Herramienta Unificada.

## 4. MEDIDAS DE MEJORA Y COSTE ECONÓMICO

A continuación se procederá a estudiar las distintas medidas a implementar y su coste asociado. Un aspecto muy relevante a comentar, es que sólo se han tenido en cuenta modificaciones que se realicen habitualmente para la tipología estructural realizada, tanto en la envolvente como en los huecos. Para el cálculo del coste económico se ha empleado la base de datos de precios del IVE, (Instituto Valenciano de la Edificación), actualizada para el año 2019, y para la provincia de Valencia. El principal objetivo es el de evaluar el coste económico de los cerramientos y lucernarios que se van a implementar por defecto en el proyecto, para así establecer una comparación con las medidas o mejoras a implementar de los mencionados elementos. Es por ello que, se podrá dar tanto la circunstancia en la cual el desembolso a realizar sea menor al inicial, lo que conllevará un ahorro económico (que se especificará con el signo algebraico “-“), así como la situación inversa, es decir, que la inversión a realizar sea superior a la inicial, lo que supondrá que se deberá realizar un desembolso económico superior.

Planteando todas las opciones posibles se tendría lo que se muestra seguidamente:

### 4.1 Mejora vidrio

Como primera posible solución se ha planteado el cambio de vidrio en las ventanas, como punto de partida se parte de un Planitherm 6/12/6, se trata de un vidrio de baja emisividad, con 6 mm de vidrio exterior y 6mm de vidrio interior y una cámara de aire de 12 mm. Su transmitancia térmica es 1,7 W/m<sup>2</sup>K y el factor solar es 0,48. Buscando en la base de precios, se tiene que el precio completo de la instalación de este tipo de vidrio es de 48,53 €/m<sup>2</sup>.

**Base de Precios del IVE 2019** Ambito: Valencia

► P Productos, materiales y equipos ► PF Fachadas y particiones ► PFA Acristamientos ► PFAD Vidrios dobles ► PFAD.7\$ Acris db bajo emisivo

Acris db bajo emisivo

	EMISIVIDAD	VIDRIO EXT (mm)	CÁMARA (mm)	VIDRIO INT (mm)
a	<input type="radio"/> 0.1-0.2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 4
b	<input type="radio"/> 0.03-0.1	<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 9	<input checked="" type="radio"/> 6
c	<input checked="" type="radio"/> <0.03		<input checked="" type="radio"/> 12	<input type="radio"/> 33.1
d			<input type="radio"/> 15	
e			<input type="radio"/> 20	

✓ <0.03 ✓ 6 ✓ 12 ✓ 6

PFAD.7cbcb - m2 - Acris db 6-12-6 be <0.03 **48,53**

Acristamiento doble formado por un vidrio de baja emisividad (<0.03) de 6mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 12mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 6mm de espesor.

Figura 38. Importe económico vidrio Planitherm. Fuente: www.five.es.

Como mejora, se ha planteado la sustitución de este vidrio por uno bajo emisivo pero con control solar, reduciendo de esta forma los rayos ultravioletas y el calor que entra a la vivienda, y con ello el factor solar g. El vidrio se trata de un Planistar 6/16/6, volviendo a tener 6mm de vidrios exterior e interior, pero una cámara de aire más amplia, de 16 mm. No se recomienda

valores superiores a 17 mm de cámara, con tal de evitar el fenómeno de convección en la misma. Sus valores de transmitancia térmica y de factor solar son mejores pues son menores, cuyos valores son 1,4 W/m<sup>2</sup>K y 0,41 respectivamente. La hoja de características extraída del catálogo comercial es la siguiente:

SGG PLANISTAR: prestaciones en doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS									
Vidrio exterior		SGG PLANISTAR							
Vidrio interior		SGG PLANILUX							
Composición	mm	4(6)4	4(15/16)4	5(12)4	5(15/16)4	6(12)6	6(15/16)6	8(12)8	8(15/16)8
Espesor	mm	14	23/24	21	24/25	24	27/28	28	31/32
Peso	Kg/m <sup>2</sup>	20	20	22,5	22,5	30	30	40	40
Posición de la capa bajo emisiva	cara	2	2	2	2	2	2	2	2
Factores luminosos									
Tl	%	71	71	70	70	69	69	68	68
Rl	%	12	12	12	12	12	12	11	11
Rl	%	13	13	13	13	13	13	13	13
UV T <sub>uv</sub>	%	11	12	11	11	10	10	9	9
Factores energéticos									
Te	%	39	39	38	38	37	37	35	35
Re <sub>1</sub>	%	33	32	30	30	29	29	25	25
Ae <sub>1</sub>	%	26	26	29	29	31	31	35	35
Ae <sub>2</sub>	%	2	2	2	2	3	3	4	4
Factor solar									
g <sub>EN410</sub>		0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,40
Shading coefficient		0,50	0,49	0,48	0,48	0,48	0,47	0,46	0,46
Coefficiente U Aire	W/(m <sup>2</sup> .K)	2,5	1,4	1,6	1,4	1,6	1,4	1,6	1,4
Coefficiente U Argón 90%	W/(m <sup>2</sup> .K)	1,3	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1	1,3	1,1

Figura 39. Hoja de características vidrio Planistar. Fuente: Catálogo Saint Gobain Glass.

En la base de datos del IVE se ha logrado encontrar un vidrio, que sin ser el modelo comercial seleccionado exactamente, es de unas características muy semejantes, permitiendo ver la diferencia de precio entre ambos modelos. En este caso, instalar este tipo de vidrio tendrá un coste de 87,18 €/m<sup>2</sup>.

**Base de Precios del IVE 2019** Ambito: Valencia

» P Productos, materiales y equipos » PF Fachadas y particiones » PFA Acristalamientos » PFAD Vidrios dobles » PFAD.8\$ Acris db bajo emisivo+ctrol sol

Acris db bajo emisivo+ctrol sol

	TRANSM LUM (%)
a	<input type="radio"/> 49
b	<input type="radio"/> 60
c	<input type="radio"/> 61
d	<input checked="" type="radio"/> 66

✓ 66

[Descargar Bc3](#)

**PFAD.8d - m2 - Acris db BE+ctrol sol 6-12-6** **87,18**

Acrisolamiento doble de control solar térmicamente reforzado, formado por un vidrio monolítico incoloro de 6mm de espesor de baja emisividad (0.03) con capa pirolítica, cámara intermedia de aire deshidratado de 12mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 6mm, con una transmisión luminosa del 66%, transmitancia térmica U=1.6 W/m2K y factor solar g=0.41, según UNE-EN 410:1998.

Figura 40. Importe económico vidrio Planistar. Fuente: www.five.es.

Una vez encontradas ambas soluciones, se debe de conocer la superficie total acristalada en las ventanas, para ello, se ha elaborado una tabla con todos los datos necesarios de todos los lucernarios existentes en el edificio. Dicha tabla, así como todos sus valores se muestran a continuación:

TIPO DE VENTANA	SUPERFICIE TOTAL (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE VIDRIADA (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE MARCO (m <sup>2</sup> )	CANTIDAD	SUPERFICIE VIDRIADA TOTAL (m <sup>2</sup> )
V1	7,188	6,204	0,984	2	12,408
V2	7,044	6,016	1,028	6	36,096
V3	10,728	9,229	1,499	1	9,229
V4	8,376	7,238	1,138	4	28,952
V5	7,272	6,314	0,958	1	6,314
V6	4,416	3,828	0,588	1	3,828
V7	8,676	7,513	1,163	2	15,026
V8	7,752	6,721	1,031	2	13,442
V9	2,592	2,211	0,381	2	4,422
V10	2,64	2,255	0,385	7	15,785
TOTAL=					145,502

Tabla 1. Superficie vidriada. Fuente: Elaboración propia.

Con ello, se tiene que el coste total de implantar el vidrio inicial es de:

$$Coste_{planitherm} = 48,53 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 145,502 \text{ m}^2 = 7.061,21\text{€}$$

Mientras que el coste del vidrio planteado como mejora es de:

$$Coste_{planistar} = 87,18 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 145,502 \text{ m}^2 = 12.684,86\text{€}$$

Lo que supone un incremento de precio el implantar la mejora de:

$$Coste_{mejoravidrio} = Coste_{planistar} - Coste_{planitherm} = 12.684,86 - 7.061,21 = 5.623,65\text{€}$$

## 4.2 Mejora marco

Al respecto del marco de las ventanas, se parte de un marco metálico con rotura de puente térmico de entre 4 y 12 mm, con una transmitancia térmica de 4 W/m<sup>2</sup>K y una absorptividad de 0,7. La otra opción considerada reside en emplear un marco de PVC, con el mismo valor de absorptividad, pero con una transmitancia térmica menor, de 2,2 W/m<sup>2</sup>K. Esto es debido a que

en zonas frías es más conveniente emplear marcos de PVC que metálicos, debido a que la transmitancia térmica es menor. El marco a cambiar del programa es el que se muestra:

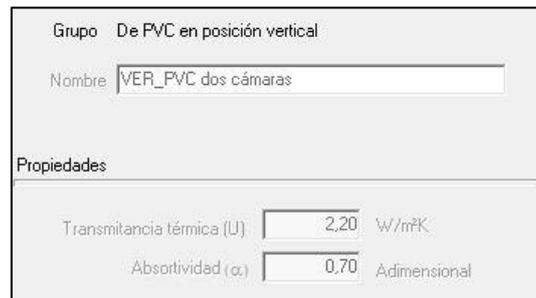


Figura 41. Características marco de PVC. Fuente: HULC.

Es una mejora que no supone un gran desembolso económico, puesto que simplemente se deberá tener en cuenta el coste de los marcos, en el precio de los vidrios previamente mencionados ya se incluye el coste debido al montaje de los marcos metálicos, por lo que para esta mejora el único valor añadido será el de los propios marcos de PVC. Realizando una búsqueda en la base de datos del IVE, el precio de un marco PVC, está en torno a las 9,43 €/m<sup>2</sup>.



Figura 42. Importe económico marco PVC. Fuente: www.five.es.

Empleando la tabla realizada anteriormente, añadiendo una columna para especificar la localización de cada ventana, se calcula la superficie de marco para todas las ventanas:

TIPO DE VENTANA	SUPERFICIE MARCO (m <sup>2</sup> )	FACHADA PERTENECIENTE	CANTIDAD	SUPERFICIE MARCO TOTAL (m <sup>2</sup> )
V1	0,984	PRINCIPAL PBAJA (1), P1(1)	2	1,968
V2	1,028	PRINCIPAL PBAJA (2), P1(4)	6	6,168
V3	1,499	PRINCIPAL P1	1	1,499
V4	1,138	PRINCIPAL PBAJA (1), P1(3)	4	4,552
V5	0,958	PRINCIPAL P1	1	0,958
V6	0,588	PRINCIPAL PBAJA	1	0,588
V7	1,163	OESTE	2	2,326
V8	1,031	OESTE	2	2,062

V9	0,381	ESTE	2	0,762
V10	0,385	ESTE (6), MEDIANERA (1)	7	2,695
				<b>TOTAL=23,58</b>

Tabla 2. Superficie marco total. Fuente: Elaboración propia.

Así pues, el coste total de cambiar los marcos de todas las ventanas será el siguiente:

$$Coste_{marcoPVC} = 9,43 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 23,58 \text{ m}^2 = 222,36\text{€}$$

### 4.3 Mejora lamas

En la arquitectura actual conceptos tales como el ahorro energético, la sostenibilidad o el efecto invernadero son de suma importancia y deberán ser considerados en cualquier remodelación o proyecto nuevo. Dichas exigencias están intrínsecamente relacionadas con elementos encargados de la protección solar como son las celosías. Es por ello que se ha considerado el empleo de lamas, las lamas son unas láminas de plástico o metal generalmente, que aportan a la vivienda ahorro de energía, aislamiento térmico y reducen la contaminación acústica. Al hacer de barrera frente a la radiación solar, protegen a los ocupantes de las edificaciones, regulando la entrada de luz y ventilación. Esto ayuda en el control de las ganancias de calor y reduciendo el consumo o la demanda total.

Es importante comentar, que las lamas solo se emplearán en caso de necesidad, ya que las ventanas tienen un mejor acabado cuando el vidrio se puede ver en su totalidad. En las ventanas necesarias se han introducido en el programa, de tipología horizontal, con un ancho de 15 cm y una separación de 25cm entre ellas. El ángulo  $\beta$  requerido a continuación se ha tomado como 30°. Poniendo los datos en el programa:

Figura 43. Introducción de lamas en el programa HULC. Fuente: HULC.

El modelo comercial seleccionado se ha extraído del catálogo de Strugal Solar, una empresa referente en carpintería de aluminio y fachadas para arquitectos y promotores. Dentro de la multitud de tipologías de lamas disponibles, se ha escogido la lama SS15 horizontal y de accionamiento manual, que tiene un ancho de 150 mm, que es el requerido, y la distancia y el ángulo son regulables, pudiéndose ajustar por tanto a las condiciones establecidas previamente.

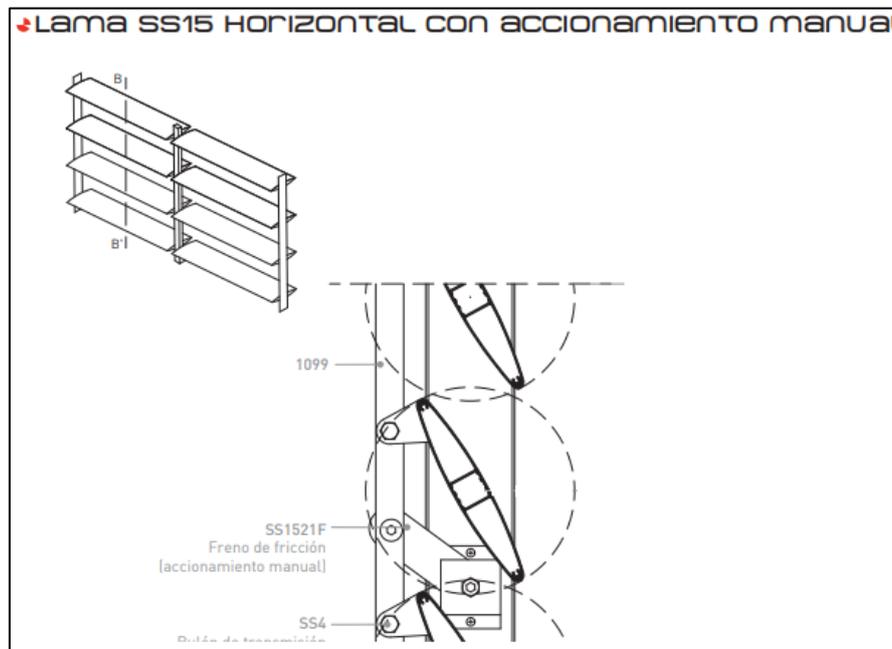


Figura 44. Modelo comercial lamas seleccionado. Fuente: Catálogo comercial Strugal Solar.

Realizando una búsqueda en la Base de Precios del IVE, el importe para el montaje y los elementos necesarios es el siguiente:

Base de Precios del IVE 2019

Ambito: Valencia

EF Fachadas y particiones > EFS Defensas > EFSZ Celosías > EFSZ10a Celosía fija fachada lamas aluminio

Descargar Bc3

**EFSZ10a - m<sup>2</sup> - Celosía fija fachada lamas aluminio** 49,56

Celosía fija en fachadas, realizada con lamas de aluminio esmaltado al horno de 84x16x0.6mm, montadas sobre soporte de aluminio de 69.4x0.95mm, acabado resistente a la corrosión en color blanco, incluso parte proporcional de elementos de fijación necesarios para su montaje.

	Codigo	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
👷	MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,500	18,61	9,31
👷	MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,500	16,08	8,04
🏠	PFDZ.2c	m	Lama Al esmaltado	15,120	1,62	24,49
🏠	PFDZ.3a	m	Soporte aluminio p/celosía	1,310	5,15	6,75
📊	%		Costes directos complementarios	0,020	48,59	0,97

Figura 45. Importe económico lamas. Fuente: www.five.es.

Se van a calcular los costes correspondientes al montaje de lamas en la fachada oeste, en la fachada este, en la planta baja de la fachada principal, en la primera planta y en todas las ventanas del edificio a excepción de la V10 en la medianera (ya tiene sombra por la nave industrial), y que no afecta a los cálculos:

$$Coste_{lamosoeste} = Importe_{lamos} \cdot Sup_{vidriosoeste} = 49,56 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 28,468 \text{ m}^2 = 1.410,87\text{€}$$

$$Coste_{lamoseste} = Importe_{lamos} \cdot Sup_{vidrioseste} = 49,56 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 17,952 \text{ m}^2 = 889,7\text{€}$$

$$Coste_{lamospbajaFP} = Importe_{lamos} \cdot Sup_{vidriospbajaFP} = 49,56 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 29,302 \text{ m}^2 = 1.452,2\text{€}$$

$$Coste_{lamosp1FP} = Importe_{lamos} \cdot Sup_{vidriosp1FP} = 49,56 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 67,525 \text{ m}^2 = 3.346,54\text{€}$$

$$Coste_{lamos} = Importe_{lamos} \cdot Sup_{vidriototal} = 49,56 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 143,247 \text{ m}^2 = 7.099,32\text{€}$$

En el caso de que no sea necesario emplear lamas en todas las ventanas de la primera planta de la fachada principal, el coste total será menor al último valor calculado para los casos en los que sea necesario colocar lamas en la fachada principal.

## 4.4 Coste envolvente inicial

Con motivo de las modificaciones que se van a realizar posteriormente a la envolvente, se introduce el punto 4.4 para realizar el cálculo del coste de los cerramientos conforme estaba planificado inicialmente, de esta forma, se podrá ver el incremento de coste que supondría realizar las modificaciones que se van a proponer.

### 4.4.1.- Coste envolvente inicial. Fachada

Previo al estudio de las modificaciones de la envolvente, se va a calcular cuánto es el coste de los cerramientos tal y como están planteados en el proyecto inicial, tal y como se ha comentado. Al respecto de la fachada, se van a cambiar la frontal y las dos laterales, la fachada posterior corresponde con la medianera y no se ha realizado ninguna modificación ya que por motivos constructivos no es modificable. Por tanto, será necesario previamente conocer las dimensiones de los 3 cerramientos, con tal de realizar los cálculos correctamente.

TIPO DE CERRAMIENTO	DIMENSIONES (mxm)	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Fachada frontal	71,59 x 8,53	610,66
Fachada lateral derecha	15,47 x 8,53	131,96
Fachada lateral izquierda	15,47 x 8,53	131,96
TOTAL=874,58		

Tabla 3. Dimensiones fachada. Fuente: Elaboración propia.

En la base de datos para la fachada ha habido que realizar dos búsquedas, la primera para el panel prefabricado de hormigón, y el segundo para el trasdosado (donde se incluye el aislamiento también). Es un cerramiento constituido por una hoja principal de 16 cm de espesor, de color blanco. No existen cámaras de aire, y el aislamiento se realiza mediante un aislante

térmico no hidrófilo de lana mineral de 50 mm de espesor, con una conductividad de 0,037 W/mK. Además de ello, también se dispone de una hoja de yeso laminado. El resultado obtenido es el siguiente:

**Base de Precios del IVE 2019** Ambito: Valencia

EF Fachadas y particiones > EFI Industrializadas > EFIP Fachadas pesadas > EFIP.1\$ Cerramiento panel prefabricado hormigón liso

Cerramiento panel prefabricado hormigón liso

	ESPESOR (cm)	COLOR
a	<input type="radio"/> 12	<input type="radio"/> color
b	<input type="radio"/> 14	<input type="radio"/> gris
c	<input checked="" type="radio"/> 16	<input checked="" type="radio"/> blanco
d	<input type="radio"/> 20	<input type="radio"/> lavado ácido color
e		<input type="radio"/> lavado ácido gris
f		<input type="radio"/> lavado ácido blanco

✓ 16 ✓ blanco Descargar Bc3

**EFIP.1cc - m2 - Cerr pnl pref H e16cm bl** 121,48

Cerramiento formado por paneles prefabricados lisos de hormigón armado de 16cm de espesor, un ancho estándar de 2.50m, longitud máxima 11, con acabado en blanco y juntas machihembradas que facilitan la unión entre paneles y su sellado, totalmente montado.

Codigo	U.M.	Descripcion	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,300	18,61	5,58
MOOA10a	h	Ayudante construcción	0,300	16,08	4,82
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,160	15,57	2,49
PFPH.1cc	m2	Pnl pref H e16cm bl	1,000	59,74	59,74
MMMG.6f	h	Grúa autopropulsada 60T	0,240	128,70	30,89
MMET.1aa	u	Puntal met 3.00m	1,000	13,37	13,37
PBUL.1e	kg	Masilla en frío de asf+caucho	1,200	1,84	2,21
%		Costes directos complementarios	0,020	119,10	2,38

Figura 46. Importe económico panel prefabricado hormigón fachada inicial. Fuente: www.five.es.

**Base de Precios del IVE 2019** Ambito: Valencia

EF Fachadas y particiones > EFP Particiones > EFPY Yeso laminado > EFPY.9\$ Trasdosoado autoportante libre sencillo

	PLACA CARA 1	ESPESOR PLACA	ANCHO PERFLERIA(mm)	AISLANTE INTERMEDIO	DISPOSICIÓN DE MONTANTES	SEPARACIÓN MONTANTES (mm)
a	<input checked="" type="radio"/> estándar (A)	<input type="radio"/> 12.5	<input type="radio"/> 48	<input type="radio"/> sin aislante	<input checked="" type="radio"/> normal (N)	<input type="radio"/> 400
b	<input type="radio"/> absorción de agua reducida (H1)	<input checked="" type="radio"/> 15	<input type="radio"/> 70	<input type="radio"/> MW 0.037 / 45	<input type="radio"/> reforzada (H)	<input checked="" type="radio"/> 600
c	<input type="radio"/> resistente al fuego (DF)	<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 90	<input checked="" type="radio"/> MW 0.037 / 50		
d	<input type="radio"/> alta dureza (ID)		<input checked="" type="radio"/> 100			
e	<input type="radio"/> aislamiento acústico (IDF)		<input type="radio"/> 125			
f	<input type="radio"/> alta dureza/cortafuego/absorción agua (DHF1)		<input type="radio"/> 150			

✓ estándar (A) ✓ 15 ✓ 100 ✓ MW 0.037 / 50 ✓ normal (N) ✓ 600 Descargar Bc3

**EFPY.9abcdcab - m2 - Trasdosoado 115/600 (100+15) LM50** 32,26

Trasdosoado autoportante libre sencillo 115/600 (100+15) LM60 (designación según ATEDY) de altura máxima 3.30 m, compuesto por una placa de yeso laminado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 15 mm de espesor, sobre estructura de perfiles de acero galvanizado de 100 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 600 mm y lana mineral de 50 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

Codigo	U.M.	Descripcion	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,250	18,61	4,65
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,250	15,57	3,89
PFPC.1ad	m²	Placa yeso laminado A 15mm	1,050	5,28	5,54
PFPP10e	m	Cnl rail 100mm ancho p/pnl yeso	0,900	2,48	2,23
PFPP.9e	m	Montante 100 p/tab yeso laminado	2,000	3,93	7,86
PFPP13e	m	Banda acústica 95 mm	0,800	0,48	0,38
PFPP15a	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	11,000	0,01	0,11
PFPP19a	u	Tornillo autopercutor 13 mm p/PYL	5,000	0,02	0,10
PFPP.8a	kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	0,330	1,00	0,33
PFPP20a	m	Cinta p/juntas PYL	1,400	0,07	0,10
%		Costes directos complementarios	0,020	25,19	0,50
ENTF.1baee	m2	MW 0.037 e 50mm interior/sob perfleria	1,050	6,26	6,57

Figura 47. Importe económico partición fachada inicial. Fuente: www.five.es.

Una vez ya se ha calculado las superficies, y se tiene el coste por superficie, el cálculo del coste es directo:

$$Coste_{fachadaoriginal} = (121,48 + 32,26) \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 874,58 \text{ m}^2 = 134.457,93\text{€}$$

#### 4.4.2.- Coste envolvente inicial. Cubierta

Prosiguiendo con el cálculo de los costes de los elementos constructivos originales, se continúa con la cubierta, se trata de una cubierta plana no transitable y con protección de grava. El aislamiento está formado por paneles de poliestireno expandido con un espesor de 60 mm. La conductividad es de 0,034 W/mK (el planteado inicialmente tiene un valor de 0,037 W/mK). No dispone de barrera de vapor y la formación de pendientes se solucionará mediante un mortero de cemento. Al tratarse de una cubierta se va a considerar que la superficie es la misma que la del suelo, es decir, de unas dimensiones de 71,59 x 15,47. La superficie total, por tanto será de 1107,5 m<sup>2</sup>. La solución constructiva se muestra a continuación:

Código	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
MODA.8a	h	Oficial 1ª construcción	1,110	18,61	20,66
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	1,040	16,08	16,72
PBPO.7a	m <sup>3</sup>	H arcilla expandida	0,120	194,22	23,31
PFFC.1ac	u	Ladrillo hueco senc 24x11.5x4	2,500	0,10	0,25
PFFC.1be	u	Ladrillo hueco db 24x11.5x7	3,300	0,12	0,40
PBPM.1da	m <sup>3</sup>	Mto cto M-5 man	0,012	83,38	1,00
PNTS.2adb	m <sup>2</sup>	Panel EPS 0.034 e60mm	1,050	13,08	13,73
PNIA.6a	m <sup>2</sup>	Fieltro de fibra vidrio FV-120	1,100	1,02	1,12
PNIL.3cab	m <sup>2</sup>	LBM (SBS)-40-FP PE	1,100	9,80	10,78
PNIA.2ae	m <sup>2</sup>	Geotextil no tejido de poliéster 300 gr/m2	1,200	0,52	0,62
PNIB.8b	m	Cordón premoldeado 20mm BH-II	0,070	2,07	0,14
PNIL.5a	m	Banda 33 refz a-punz betún elstm	0,070	3,11	0,22
PNIL.5b	m	Banda 50 refz a-punz betún elstm	0,400	7,52	3,01
PBRG.2hc	t	Grava silicea 18/25 20km	0,170	9,68	1,65
PNIW16a	u	Caz nor desagüe vert ø80mm	0,040	15,90	0,64
%		Costes directos complementarios	0,020	94,25	1,89

Figura 48. Importe económico cubierta inicial. Fuente: www.five.es.

Por lo que el coste definitivo:

$$Coste_{cubiertaoriginal} = 96,14 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1107,5 \text{ m}^2 = 106.475,05\text{€}$$

#### 4.4.3.- Coste envolvente inicial. Solera

Finalmente se tiene la solera, cuya superficie será la suma de la de la planta baja y la planta primera, y a su vez, el doble de la superficie de la cubierta. La superficie total de solera será, por tanto, de 2215 m<sup>2</sup>. En este caso se trata de una solera de 30 cm de espesor, con vertido desde camión y armada mediante malla electrosoldada. Se dispone también de una plancha de poliestireno expandido de 30 mm de una conductividad de 0,034 W/mK. Las características principales se muestran en la siguiente captura:

**Base de Precios del IVE 2019** | Ambito: Valencia

EC Cimientos y elementos de contención > ECS Soleras > ECSS Soleras > ECSS.1\$ Solera

**Solera**

HORMIGÓN	RESISTENCIA (N/mm2)	TAMAÑO MÁX (mm)	CONSISTENCIA	EXPOSICIÓN GENERAL	EXPOSICIÓN ESPECÍFICA	MALLAZO	ESPESOR (cm)	VERTIDO
a <input type="radio"/> masa	<input type="radio"/> 20	<input type="radio"/> 40	<input checked="" type="radio"/> plástica	<input checked="" type="radio"/> I	<input checked="" type="radio"/> s/	<input type="radio"/> s/	<input type="radio"/> 10	<input checked="" type="radio"/> camión
b <input checked="" type="radio"/> armado	<input type="radio"/> 25	<input type="radio"/> 20	<input type="radio"/> blanda	<input type="radio"/> IIa	<input type="radio"/> Qa	<input checked="" type="radio"/> ME 500 T 15x15 ø5	<input type="radio"/> 15	<input type="radio"/> cubilote
c	<input type="radio"/> 30	<input checked="" type="radio"/> 12		<input type="radio"/> IIb	<input type="radio"/> Qb	<input type="radio"/> ME 500 T 20x20 ø5	<input type="radio"/> 20	<input type="radio"/> bomba
d	<input type="radio"/> 35			<input type="radio"/> IIIa	<input type="radio"/> Qc	<input type="radio"/> ME 500 T 15x15 ø6	<input type="radio"/> 25	
e	<input checked="" type="radio"/> 40			<input type="radio"/> IIIb	<input type="radio"/> H	<input type="radio"/> ME 500 T 20x20 ø6	<input checked="" type="radio"/> 30	
f				<input type="radio"/> IIIc	<input type="radio"/> F			
g				<input type="radio"/> IV	<input type="radio"/> E			

armado    40    12    plástica    I    s/    ME 500 T 15x15 ø5    30    camión

Descargar Bc3

**ECSS.1becaaabea - m<sup>2</sup> - Solera HA-40/P/12/I-ME 500 T 15x15 ø5 30cm** 42,14

Solera de 30cm de espesor, de hormigón HA-40/P/12/I fabricado en central, vertido directamente desde camión, armada con malla electrosoldada de 15x15cm y 5 mm de diámetro, de acero B 500 T, extendido sobre lámina aislante de polietileno; realizada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso curado y vibrado del hormigón con regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y plancha de poliestireno expandido para la ejecución de juntas de contorno, colocada alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros, terminación mediante reglado, según EHE-08.

Código	U.M.	Descripción	Rdcto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,263	18,61	4,89
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,263	16,08	4,23
PBPC.2ecaa	m3	H 40 plástica TM 12 I	0,345	84,75	29,24
PNTS.2bab	m²	Panel EPS 0.034 e30mm	0,050	6,54	0,33
PBA.1a	m³	Agua	0,100	1,05	0,11
PEAM.3aab	m2	Mallazo ME 500 T 15x15 ø 5-5	1,200	1,80	2,16
PNIS.2b	m²	Lámina PE e=0.10mm	1,100	0,11	0,12
MMMC11a	h	Regla vibrante	0,092	2,50	0,23
%		Costes directos complementarios	0,020	41,31	0,83

Figura 49. Importe económico solera inicial. Fuente: www.five.es.

Es importante recalcar que el aislamiento que se va a colocar es de 60 mm de poliestireno expandido de 0,037 W/mK, debido a ello, se ha decidido multiplicar por dos el importe debido del panel de poliestireno de 30 mm, resultando en los 60 mm que se han decidido instalar. El importe total, en este caso será de 42,47 €/m<sup>2</sup>. El elemento al que se hace mención es el siguiente:

PNTS.2bab - m <sup>2</sup> - Panel EPS 0.034 e30mm	6,54
Panel de poliestireno expandido (EPS) con marcado CE, de 30mm de espesor, mecanizado lateral recto y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0.034 W/mK y resistencia térmica 0.88 m2K/W, reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE, para aplicación en cubiertas planas tradicionales transitables, código de designación EPS-EN 13163 - T1-L1-W1-S2-P3-DS(N)5-BS250-CS(10)200-DLT(1)5-MU40a100, según norma UNE-EN 13163.	

Figura 50. Panel poliestireno solera. Fuente: www.five.es

Ya entrando en el coste total, resulta:

$$Coste_{soleraoriginal} = 42,47 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2215 \text{ m}^2 = 94.071,05\text{€}$$

El coste total de los cerramientos será la suma de los 3 valores previamente calculados:

$$Coste_{cerramientosoriginal} = Coste_{fachadaoriginal} + Coste_{cubiertaoriginal} +$$

$$Coste_{soleraoriginal} = 134.457,93 + 106.475,05 + 94.071,05 = 335.004,03€$$

## 4.5 Quitar aislamiento solera y reducción panel hormigón fachada

Como primera solución para las zonas climáticas cálidas que no cumplan los requerimientos del CTE DB HE-1, será eliminar el aislamiento de la solera, el motivo principal es que permite cumplir los requerimientos del CTE DB HE-1 y en segundo lugar, que de las opciones a plantear, es la única que reduce el coste económico de la solución constructiva. Es por ello que de ser favorable será la primera solución a plantear. Habrá que evaluar dos costes distintos, el primero de ello será debido a la reducción del panel de hormigón de la fachada, pasando a ser 12 cm, las dimensiones de dicho panel no se pueden reducir más, ya que no tendría estabilidad para ser montado. Cambiando la opción previamente tomada en la base de datos a la de 12 cm se tiene un importe de 99,98 €/m<sup>2</sup>, como se muestra en la siguiente captura.

Base de Precios del IVE 2019

EF Fachadas y particiones > EFI Industrializadas > EFIP Fachadas pesadas > EFIP.1\$ Cerramiento panel prefabricado hormigón liso

Cerramiento panel prefabricado hormigón liso

	ESPESOR (cm)	COLOR
a	<input checked="" type="radio"/> 12	<input type="radio"/> color
b	<input type="radio"/> 14	<input type="radio"/> gris
c	<input type="radio"/> 16	<input checked="" type="radio"/> blanco
d	<input type="radio"/> 20	<input type="radio"/> lavado ácido color
e		<input type="radio"/> lavado ácido gris
f		<input type="radio"/> lavado ácido blanco

✓ 12 ✓ blanco

EFIP.1ac - m2 - Cerr pnl pref H e12cm bl **99,98**

Cerramiento formado por paneles prefabricados lisos de hormigón armado de 12cm de espesor, un ancho estándar de 2.50m, longitud máxima 9, con acabado en blanco y juntas machihembradas que facilitan la unión entre paneles y su sellado, totalmente montado.

Código	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,220	18,61	4,09
MOOA10a	h	Ayudante construcción	0,220	16,08	3,54
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,120	15,57	1,87
PPFH.1ac	m2	Pnl pref H e12cm bl	1,000	47,57	47,57
MMMG.6f	h	Grúa autopropulsada 60T	0,200	128,70	25,74
MMET.1aa	u	Puntal met 3.00m	1,000	13,37	13,37
PBUL.1e	kg	Masilla en frío de asf+caucho	1,000	1,84	1,84
%		Costes directos complementarios	0,020	98,02	1,96

Figura 51. Importe económico fachada panel prefabricado hormigón 12 cm. Fuente: www.five.es.

Por lo que, teniendo en cuenta que el importe del trasdosado es el mismo, y realizando los cálculos da un valor de:

$$Coste_{fachada12cm} = (99,98 + 32,26) \frac{€}{m^2} \cdot 874,58 m^2 = 115.654,46€$$

El otro cambio a realizar es quitar el aislamiento de la solera, por lo que se tendrá la misma configuración que la inicial pero quitando el aislamiento, por tanto al importe total habrá que descontar el del panel de poliestireno de 30 mm, resultando en un valor total de 41,81 €/m<sup>2</sup>.

La supresión de aislante en cubierta y fachada sería de ayuda en las zonas frías, pero constructivamente no es común tener fachadas o cubiertas sin aislamiento, y la demanda por refrigeración se incrementaría de forma notable. Calculando el nuevo coste de la solera:

$$Coste_{solerasinai} = 41,81 \frac{€}{m^2} \cdot 2215 m^2 = 92.609,15€$$

El incremento de precio se calculará mediante la resta entre los de la nueva mejora, y los originales, al ser superiores los segundos se tendrá un valor negativo lo que significará que se produce un ahorro económico, tal y como se puede comprobar:

$$\Delta Coste_{quitaraislamiento} = (Coste_{fachada12mm} + Coste_{solerasinai}) - (Coste_{fachadaoriginal} + Coste_{soleraoriginal}) = (115.654,46 + 92.609,15) - (134.457,93 + 94.071,05) = -20.265,37€$$

El coste de la cubierta seguiría siendo: 106.475,05€ pues no se cambia nada respecto al original.

En el programa HULC se reflejarían los cambios de la manera siguiente:

Grupo: Cerramientos opacos  
Nombre: FACHADA\_PRINCIPAL

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior)  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo)

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
2	EPS Poliestireno Expandido [ 0,037 W/(mK)]	0,005	0,038	30	1000	
3	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
4	Hormigón armado d > 2500	0,120	2,500	2600	1000	
5	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,050	0,041	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
7						

Grupo Material: Metales  
Material: Aluminio aleaciones de  
Espesor (m): 0,020  
U: 0.61 W/(mK)

Figura 52. Introducción datos HULC reducción panel hormigón. Fuente: HULC.

Grupo: Cerramientos opacos  
Nombre: SOLERA\_PB

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior)  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo)

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
3	Hormigón armado d > 2500	0,100	2,500	2600	1000	
4	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
5	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
6						

Grupo Material: Cerámicos  
Material: Plaqueta o baldosa de gres  
Espesor (m): 0,020  
U: 2.39 W/(mK)

Figura 53. Introducción datos HULC quitar aislamiento solera. Fuente: HULC.

## 4.6 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 1

Para esta mejora en primer lugar se va a cambiar el aislamiento de lana mineral de 50 mm a 100 mm en la fachada. El aislamiento de lana mineral al ser un coste auxiliar se calcula de forma independiente del resto de elementos, de forma en que no se calculan los costes directos complementarios dos veces (último elemento del listado de la columna descripción de la figura 54).

Otro aspecto relevante a tener en cuenta, es que el panel prefabricado de hormigón de 16 cm no se va a variar, por lo que su importe seguirá siendo de 121,48 €/m<sup>2</sup>, lo que se irá modificando son las características de la partición.

Modificando las opciones en la Base de Precios del IVE, de forma en que el aislamiento ahora sea de 100 mm de lana mineral, se tiene un importe para el trasdosado de 34,82 €/m<sup>2</sup>.

**Base de Precios del IVE 2019** Ambito: Valencia

EF Fachadas y particiones > EFP Particiones > EFPY Yeso laminado > EFPY.9\$ Trasdoso autoportante libre sencillo

**Trasdoso autoportante libre sencillo**

PLACA CARA 1	ESPESOR PLACA	ANCHO PERFLERÍA(mm)	AISLANTE INTERMEDIO	DISPOSICIÓN DE MONTANTES	SEPARACIÓN MONTANTES (mm)
a estándar (A)	<input type="radio"/> 12,5 <input checked="" type="radio"/> 15 <input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 48 <input type="radio"/> 70 <input type="radio"/> 90 <input checked="" type="radio"/> 100 <input type="radio"/> 125 <input type="radio"/> 150	<input type="radio"/> sin aislante <input checked="" type="radio"/> MW 0.037 / 45 <input type="radio"/> MW 0.037 / 100	<input type="radio"/> normal (N) <input checked="" type="radio"/> reforzada (H)	<input type="radio"/> 400 <input checked="" type="radio"/> 600

estándar (A) 15 100 MW 0.037 / 100 normal (N) 600

Descargar Bc3

**EFPY.9abdcab - m2 - Trasdoso 115/600 (100+15) LM100** 34,82

Trasdoso autoportante libre sencillo 115/600 (100+15) LM60 (designación según ATEDY) de altura máxima 3,30 m, compuesto por una placa de yeso laminado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 15 mm de espesor, sobre estructura de perfiles de acero galvanizado de 100 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 600 mm y lana mineral de 100 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

Codigo	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,250	18,61	4,65
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,250	15,57	3,89
PFPC.1ad	m²	Placa yeso laminado A 15mm	1,050	5,28	5,54
PFPP10e	m	Cnl rail 100mm ancho p/pnl yeso	0,900	2,48	2,23
PFPP.9e	m	Montante 100 p/tab yeso laminado	2,000	3,93	7,86
PFPP13e	m	Banda acústica 95 mm	0,800	0,48	0,38
PFPP15a	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	11,000	0,01	0,11
PFPP19a	u	Tornillo autopercutor 13 mm p/PYL	5,000	0,02	0,10
PFPP.8a	kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	0,330	1,00	0,33
PFPP20a	m	Cinta p/juntas PYL	1,400	0,07	0,10
%		Costes directos complementarios	0,020	25,19	0,50
ENTF.1base	m2	MW 0.037e100mm interior/sob perfleria	1,050	8,70	9,13

Figura 54. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 1. Fuente: www.five.es.

Lo que en coste total, contando el panel prefabricado de hormigón asciende a una cantidad de:

$$Coste_{aislamiento1fachada} = (121,48 + 34,82) \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 874,58\text{m}^2 = 136.696,85\text{€}$$

El segundo cambio a realizar será el de la cubierta, donde se añadirá 20 mm de espesor al aislante seleccionado, en este caso se tiene el valor exacto, por lo que no será necesario realizar ninguna extrapolación, tal y como se puede comprobar.

**Base de Precios del IVE 2019** Ambito: Valencia

EQ Cubiertas > EQA Cubiertas planas > EQAN No transitables > EQAN20\$ Cub conv impz n/adh c/prot grava

**Cub conv impz n/adh c/prot grava**

AISL / ESPESOR (mm)	IMPERMEABILIZACIÓN	BARR VAP	FORM PTES
a MW 0.039 / 40	<input checked="" type="radio"/> LBM-40 <input type="radio"/> LBM-48	<input type="radio"/> sin <input checked="" type="radio"/> con	<input type="radio"/> Hormigón celular <input checked="" type="radio"/> H arcilla expandida
b MW 0.039 / 60			
c MW 0.038 / 80	<input type="radio"/> LO-40 + LO-40		
d MW 0.039 / 100	<input type="radio"/> LBM-30 + LBM-30		
e XPS 0.029 / 40	<input type="radio"/> Memb PVC e=1,5mm		
f XPS 0.029 / 60	<input type="radio"/> Lamm EPDM e=1,5mm		
g XPS 0.029 / 80			
h XPS 0.029 / 100			
i EPS 0.034 / 40			
j EPS 0.034 / 60			
k EPS 0.034 / 80			
l EPS 0.034 / 100			

EPS 0.034 / 80 LBM-40 sin H arcilla expandida

Descargar Bc3

**EQAN20kaab - m2 - Cub HAE EPS80 LBM** 100,81

Cubierta plana no transitables, convencional con protección de grava, formada por: capa de arcilla expandida estabilizada con lechada de cemento de espesor comprendido entre 2 y 30cm acabada con una capa de regularización de 3cm de mortero de cemento M-5 fratasado, sin barrera de vapor, aislamiento térmico formado por paneles de poliestireno expandido (EPS) de 80mm de espesor y K=0.034 W/mK, capa separadora a base fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2 dispuesto flotante sobre el aislamiento térmico con simple solapo, impermeabilización mediante membrana monocapa no adherida al soporte constituida por una lámina de betún modificado armada con fibra de políester (LBM-40-FP), capa separadora antipunzonante formada por fieltro de políester de 300 gr/m2 dispuesto flotante con simple solapo sobre la membrana impermeabilizante y por encima de la protección en elementos verticales y capa de grava triturada silicea de granulometría 18/25mm exenta de finos extendida en una capa mínima de 5cm, incluso limpieza previa del soporte, replanteo, formación de baberos, mimbres, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapos. Medida en proyección horizontal.

Codigo	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	1,110	18,61	20,66
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	1,040	16,08	16,72
PBPO.7a	m²	H arcilla expandida	0,120	194,22	23,31
PFPC.1ac	u	Ladrillo hueco senc 24x11.5x4	2,500	0,10	0,25
PFPC.1be	u	Ladrillo hueco db 24x11.5x7	3,300	0,12	0,40
PBPM.1da	m²	Mto cto M-5 man	0,012	83,38	1,00
PNTS.2afb	m2	Panel EPS 0,034 e80mm	1,050	17,44	18,31
PNIA.6a	m²	Fieltro de fibra vidrio PV-120	1,100	1,02	1,12
PNIL3cabb	m²	LBM (SBS)-40-FP PE	1,100	9,80	10,78
PNIA.2ae	m2	Geotextil no tejido de poliéster 300 gr/m2	1,200	0,52	0,62
PNIB.8b	m	Cordón premoldeado 20mm BH-II	0,070	2,07	0,14
PNIL.5a	m	Banda 33 refz a-punz betún elastm	0,070	3,11	0,22
PNIL.5b	m	Banda 50 refz a-punz betún elastm	0,400	7,52	3,01
PBRG.2hc	t	Grava silicea 18/25 20km	0,170	9,68	1,65
PNIW16a	u	Caz nor desagüe vert ø80mm	0,040	15,90	0,64
%		Costes directos complementarios	0,020	98,83	1,98

Figura 55. Importe económico cubierta mejora aislamiento 1. Fuente: www.five.es.

El único cálculo a realizar será el del cálculo del coste total:

$$Coste_{aislamiento1cubierta} = 100,81 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1107,5\text{m}^2 = 111.647,08\text{€}$$

Por último se añade 20 mm de solera, como esto no es posible debido a que los paneles de poliestireno son de 30 mm, se añade otro más a la configuración inicial, haciendo un total de 90 mm (en vez de los 80 mm planteados). Al importe inicial habrá que sumar el de otro panel más de poliestireno. El resultado del nuevo coste de la solera tiene como resultado:

$$\begin{aligned} \text{Importe}_{aislamiento1solera} &= (\text{Importe}_{soleraoriginal}) + \Delta\text{Importe}_{panel30mm} = 42,47 + 0,3 \\ &= 42,8 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$Coste_{aislamiento1solera} = 42,8 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2215\text{m}^2 = 94.802\text{€}$$

El total de la primera mejora de aislamiento será la suma de los 3 cambios planteados, resultando en un valor total de:

$$Coste_{aislamiento1} = Coste_{aislamiento1fachada} + Coste_{aislamiento1cubierta} +$$

$$Coste_{aislamiento1solera} = 136.696,85 + 111.647,08 + 94.802 = 343.145,93\text{€}$$

Lo que en incremento respecto a la situación inicial planteada:

$$\begin{aligned} \Delta Coste_{aislamiento1} &= Coste_{aislamiento1} - Coste_{cerramientosoriginal} = 343.145,93 - \\ &335.004,03 = 8.141,9\text{€} \end{aligned}$$

En el programa se tendrán que realizar estas modificaciones:

Grupo Cerramientos opacos

Nombre FACHADA\_PRINCIPAL

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
2	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,005	0,038	30	1000	
3	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
4	Hormiçón armado d > 2500	0,160	2,500	2600	1000	
5	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,100	0,041	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000	
7						

Grupo Material Metales

Material Aluminio aleaciones de

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,35 W/(mK)



Figura 56. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 1. Fuente: HULC.

Grupo Cerramientos opacos

Nombre SOLERA\_PB

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
3	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,080	0,038	30	1000	
5	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
6	Hormiçón armado d > 2500	0,100	2,500	2600	1000	
7	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
8	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
9						

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa de gres

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,36 W/(mK)



Figura 57. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 1. Fuente: HULC.

Grupo: Cerramientos opacos

Nombre: CUBIERTA

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,080	2,000	1450	1050	
2	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,080	0,038	30	1000	
4	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,100	0,400	875	1000	
6						

Grupo Material: Pétreos y suelos

Material: Arena y grava [1700 < d < 2200] 0,020 Espesor (m)

U: 0,36 W/[m²K]

Figura 58. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 1. Fuente: HULC.

## 4.7 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 2

La mejora de aislante 2 no deja de ser una modificación de la primera, simplemente esta vez se va a poner 50 mm de aislante de lana mineral más que el caso anterior para la fachada (150 en total), y 20 mm más para el aislante de poliestireno, tanto para la solera como para la cubierta como en el caso previo.

Realizando los cambios pertinentes, se tiene un importe para la partición de la segunda mejora de aislamiento de 37,39 €/m<sup>2</sup>.

Base de Precios del IVE 2019

Ambito: Valencia

EF Fachadas y particiones > EFP Particiones > EFPY Yeso laminado > EFPY.9\$ Trasdosoado autoportante libre sencillo

Trasdosoado autoportante libre sencillo

PLACA CARA 1	ESPESOR PLACA	ANCHO PERFLERÍA(mm)	AISLANTE INTERMEDIO	DISPOSICIÓN DE MONTANTES	SEPARACIÓN MONTANTES (mm)
a estándar (A)	12,5	48	sin aislante	normal (N)	400
b absorción de agua reducida (H1)	15	70	MW 0.037 / 45	reforzada (H)	600
c resistente al fuego (DF)	18	90	MW 0.037 / 150		
d alta dureza (ID)		100			
e aislamiento acústico (IDF)		125			
f alta dureza/cortafuego/absorción agua (DHF1)		150			

estándar (A) 15 100 MW 0.037 / 150 normal (N) 600

Descargar Bc3

**EFPY.9abdcab - m2 - Trasdosoado 115/600 (100+15) LM150 37,39**

Trasdosoado autoportante libre sencillo 115/600 (100+15) LM60 (designación según ATEDY) de altura máxima 3.30 m, compuesto por una placa de yeso laminado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 15 mm de espesor, sobre estructura de perfiles de acero galvanizado de 100 mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 600 mm y lana mineral de 150 mm de espesor y conductividad de 0.037 W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.

Código	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,250	18,61	4,65
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,250	15,57	3,89
PFFC.1ad	m²	Placa yeso laminado A 15mm	1,050	5,28	5,54
PFFP10e	m	Cnl rail 100mm ancho p/pnl yeso	0,900	2,48	2,23
PFFP.9e	m	Montante 100 p/tab yeso laminado	2,000	3,93	7,86
PFFP13e	m	Banda acústica 95 mm	0,800	0,48	0,38
PFFP15a	u	Tornillo 25mm p/pnl yeso	11,000	0,01	0,11
PFFP19a	u	Tornillo autopercutor 13 mm p/PYL	5,000	0,02	0,10
PFFP.8a	kg	Pasta junta panel yeso s/cinta	0,330	1,00	0,33
PFFP20a	m	Cinta p/juntas PYL	1,400	0,07	0,10
%		Costes directos complementarios	0,020	25,19	0,50
ENTF.1baee	m2	MW 0.037e150mm interior/sob perflería	1,050	11,14	11,70

Figura 59. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 2. Fuente: www.five.es.

Lo que en coste total asciende a una cantidad de:

$$Coste_{aislamiento2fachada} = (121,48 + 37,39) \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 874,58\text{m}^2 = 138.944,52\text{€}$$

Para la cubierta se ha podido encontrar el importe exacto, correspondiente a un aislamiento de 100 mm (40 mm más que el caso inicial), siendo de un total de 107,81 €/m<sup>2</sup> como se comprueba en la siguiente captura:

Codigo	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	1,110	18,61	20,66
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	1,040	16,08	16,72
PBPO.7a	m³	H arcilla expandida	0,120	194,22	23,31
PFFC.1ac	u	Ladrillo hueco senc 24x11.5x4	2,500	0,10	0,25
PFFC.1be	u	Ladrillo hueco db 24x11.5x7	3,300	0,12	0,40
PBPM.1da	m³	Mto cto M-5 man	0,012	83,38	1,00
PNTS.2alb	m2	Panel EPS 0.034 e110mm	1,050	23,98	25,18
PNIA.6a	m²	Filtro de fibra vidrio FV-120	1,100	1,02	1,12
PNIL3cabb	m²	LBM (SBS)-40-FP PE	1,100	9,80	10,78
PNIA.2ae	m2	Geotextil no tejido de poliéster 300 gr/m2	1,200	0,52	0,62
PNIB.8b	m	Cordón premoldeado 20mm BH-II	0,070	2,07	0,14
PNIL.5a	m	Banda 33 refz a-punz betún elstm	0,070	3,11	0,22
PNIL.5b	m	Banda 50 refz a-punz betún elstm	0,400	7,52	3,01
PBRG.2hc	t	Grava silicea 18/25 20km	0,170	9,68	1,65
PNIW16a	u	Caz nor desagüe vert ø80mm	0,040	15,90	0,64
%		Costes directos complementarios	0,020	105,70	2,11

Figura 60. Importe económico cubierta mejora aislamiento 2. Fuente: www.five.es.

Lo que da un coste total para la cubierta de:

$$Coste_{aislamiento2cubierta} = 107,81 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1107,5\text{m}^2 = 119.399,57\text{€}$$

Para finalizar queda el cálculo de la solera, que se realiza de forma análoga al del aislamiento 1.

$$\begin{aligned} Importe_{aislamiento2solera} &= (Importe_{soleraoriginal}) + 2 \cdot \Delta Importe_{panel30mm} \\ &= 42,47 + 2 \cdot 0,3 = 43,13 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$Coste_{aislamiento2solera} = 43,13 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2215\text{m}^2 = 95.532,95\text{€}$$

Calculando el valor de esta mejora, el total asciende a la cantidad de:

$$Coste_{aislamiento2} = Coste_{aislamiento2fachada} + Coste_{aislamiento2cubierta} + Coste_{aislamiento2solera} = 138.944,52 + 119.399,57 + 95.532,95 = 353.877,04\text{€}$$

Lo que en valores incrementales respecto al valor inicial:

$$\Delta Coste_{aislamiento2} = Coste_{aislamiento2} - Coste_{cerramientosoriginal} = 353.877,04 - 335.004,03 = 18.873,01\text{€}$$

Variando los elementos constructivos en el programa:

Grupo Cerramientos opacos

Nombre FACHADA\_PRINCIPAL

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
2	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,005	0,038	30	1000	
3	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
4	Hormigón armado d > 2500	0,160	2,500	2600	1000	
5	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,100	0,041	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013	0,250	825	1000	
7	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,050	0,041	40	1000	
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013	0,250	825	1000	
9						

Grupo Material Metales

Material Aluminio aleaciones de 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,24 W/(mK)

Figura 61. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 2. Fuente: HULC.

Grupo Cerramientos opacos

Nombre SOLERA\_PB

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
3	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,100	0,038	30	1000	
5	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
6	Hormigón armado d > 2500	0,100	2,500	2600	1000	
7	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
8	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
9						

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa de gres 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,30 W/(mK)

Figura 62. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 2. Fuente: HULC.

Grupo Cerramientos opacos

Nombre CUBIERTA

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,080	2,000	1450	1050	
2	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,100	0,038	30	1000	
4	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,100	0,400	875	1000	
6						

Grupo Material Pétreos y suelos

Material Arena y grava [1700 < d < 2200] 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,30 W/(mK)

Figura 63. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 1. Fuente: HULC.

### 4.8 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 3

Para la tercera mejora propuesta se cambia el elemento constructivo de la fachada, esta nueva configuración sigue teniendo la misma hoja principal construida mediante un panel prefabricado de hormigón, pero esta vez se añade una hoja interior de ladrillo cerámico hueco. La partición esta vez será de tipo cerámico, con trasdosado de yeso laminado nuevamente. El aislamiento se parte de 10 cm de lana mineral, como en el caso del “aislamiento 1”, y con el mismo valor de conductividad.

El nuevo elemento constructivo encontrado en la base de datos es el que se muestra:

The screenshot shows the configuration of a partition wall (PT Partición ladrillo simple + trasdosado PYL) with the following selected options:

- FÁBRICA: LH4
- AISLAMIENTO / E(mm): MW 0.037 / 100
- TRASDOSADO: PYL-A
- REVESTIMIENTO: sin rev

The total cost for this configuration is 48,12. Below the configuration, a detailed cost breakdown table is provided:

Código	U.M.	Descripción	Rdcto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,486	18,61	9,04
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,243	16,08	3,90
PFFC.1ac	u	Ladrillo hueco senc 24x11.5x4	33,000	0,10	3,30
PBPM.3c	m²	Mto cto M-5 CEM ind	0,006	71,81	0,44
%		Costes directos complementarios	0,030	16,68	0,50
EPFY.9aaaaaa	m2	Trasdosado 60.5/400 (48+12.5)	1,050	20,77	21,81
ENTD.1add	m2	Aisl divs MW 0.037100mm	1,050	8,70	9,13

Figura 64. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 3. Fuente: www.five.es.

Lo que representa un coste total para la fachada de:

$$Coste_{aislamiento3fachada} = (121,48 + 48,12) \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 874,58\text{m}^2 = 148.328,77\text{€}$$

En lo que respecta a la cubierta no se puede poner un espesor de 120 mm para el aislante, por ello se ha calculado la diferencia entre el importe con 100 mm y el de 80 mm. Con ello se podrá extrapolar para el caso presente y los siguientes.

$$\begin{aligned} \Delta Importe_{20mmaislantecubierta} &= (Importe_{cubierta100mmaislante} - Importe_{cubierta80mmaislante}) \\ &= (107,81 - 100,81) = 7 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Importe_{aislamiento3cubierta} &= (Importe_{aislamiento2cubierta}) + \Delta Importe_{20mmaislantecubierta} \\ &= (107,81) + 7 = 114,81 \text{ €/m}^2 \end{aligned}$$

Lo que en costes resulta en un total de:

$$Coste_{aislamiento3cubierta} = 114,81 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1107,5\text{m}^2 = 127.152,07\text{€}$$

Para el cálculo del nuevo coste de la solera se deberá poner otro panel de poliestireno adicional, resultando en el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} Importe_{aislamiento3solera} &= (Importe_{soleraoriginal}) + 3 \cdot \Delta Importe_{panel30mm} \\ &= 42,47 + 3 \cdot 0,3 = 43,46 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$Coste_{aislamiento3solera} = 43,46 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2215\text{m}^2 = 96.263,9\text{€}$$

El valor definitivo corresponderá a la suma de los valores de fachada, cubierta y solera:

$$\begin{aligned} Coste_{aislamiento3} &= Coste_{aislamiento3fachada} + Coste_{aislamiento3cubierta} + \\ Coste_{aislamiento3solera} &= 148.328,77 + 127.152,07 + 96.263,9 = 371.744,74\text{€} \end{aligned}$$

Respecto al valor inicial el incremento será el siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta Coste_{aislamiento3} &= Coste_{aislamiento3} - Coste_{cerramientosoriginal} = 371.744,74 - \\ &335.004,03 = 36.740,71\text{€} \end{aligned}$$

Realizando los cambios pertinentes en el programa:

Nombre: FACHADA\_PRINCIPAL

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

Nº	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
2	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,005	0,038	30	1000	
3	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
4	Hormiçón armado d > 2500	0,160	2,500	2600	1000	
5	MV Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,050	0,041	40	1000	
6	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
7	MV Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,050	0,041	40	1000	
8	Placa de veso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013	0,250	825	1000	
9						

Grupo Material: Metales

Material: Aluminio aleaciones de

0,001 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,34 W/(mK)

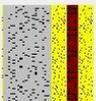


Figura 65. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 3. Fuente: HULC.

Nombre: SOLERA\_PB

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

Nº	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
3	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,120	0,038	30	1000	
5	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
6	Hormiçón armado d > 2500	0,100	2,500	2600	1000	
7	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
8	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
9						

Grupo Material: Cerámicos

Material: Plaqueta o baldosa de gres

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,26 W/(mK)

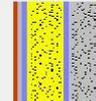


Figura 66. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 3. Fuente: HULC.

Nombre: CUBIERTA

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,080	2,000	1450	1050	
2	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,120	0,038	30	1000	
4	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,100	0,400	875	1000	
6						

Grupo Material: Pétreos y suelos

Material: Arena y grava [1700 < d < 2200] Espesor (m): 0,020

U: 0,26 W/(m²K)

Figura 67. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 3. Fuente: HULC.

#### 4.9 Mejoras de envolvente. Mejora aislamiento 4

Las soluciones constructivas a emplear son las mismas que en “aislamiento 3”, pero se continuará añadiendo aislamiento, con el objetivo de cumplir en las zonas climáticas más frías. Así pues, modificando los valores de aislamiento de la partición interior, se tiene un importe de 50,69 €/m<sup>2</sup> para la cuarta mejora de aislamiento propuesta.

Base de Precios del IVE 2019

Ambito: Valencia

EF Fachadas y particiones > EFP Particiones > EFPC Cerámica > EFPC.3\$ PT Partición ladrillo simple + trasdosado PYL

PT Partición ladrillo simple + trasdosado PYL

FÁBRICA	ASLAMIENTO / E(mm)	TRASDOSADO	REVESTIMIENTO
<input checked="" type="radio"/> LH4	<input type="radio"/> MW 0.034 / 40	<input type="radio"/> PYL-D	<input checked="" type="radio"/> sin rev
<input type="radio"/> LH7	<input type="radio"/> MW 0.034 / 80	<input checked="" type="radio"/> PYL-A	<input type="radio"/> enlucido
<input type="radio"/> LH9	<input checked="" type="radio"/> MW 0.037 / 150	<input type="radio"/> 2PYL-A	<input type="radio"/> enfoscado
<input type="radio"/> LH11	<input type="radio"/> MW 0.037 / 70		
<input type="radio"/> LH11.5			
<input type="radio"/> LP5			
<input type="radio"/> LP7			
<input type="radio"/> LP9			
<input type="radio"/> LP11.5			
<input type="radio"/> LM4			
<input type="radio"/> LM5			
<input type="radio"/> LM11.5			

LH4  MW 0.037 / 150  PYL-A  sin rev

Descargar Bc3

EFPC.3acba - m2 - PT LH4+MW0.037/150+PYL-A sin 50,69

Partición de una hoja de ladrillo cerámico hueco de 4 cm de espesor, realizada con piezas de 24x11.5x4 cm aparejadas de canto y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor, sin revestir por un lado y por el otro revestido con placa de yeso laminado de 12.5 mm de espesor, trasdosado autoportante con aislamiento a base de lana mineral de 150 mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.037 W/mK y resistencia térmica de 1.35 m2KW, reacción al fuego A1, con una separación de 2cm de la estructura respecto a la hoja de ladrillo, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE y NTE-PTL.

Código	U.M.	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,486	18,61	9,04
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,243	16,08	3,90
PFFC.1ac	u	Ladrillo hueco senc 24x11.5x4	33,000	0,10	3,30
PBPM.3c	m³	Mto cto M-5 CEM ind	0,006	71,81	0,44
%		Costes directos complementarios	0,030	16,68	0,50
EPFY.9aaaaaa	m2	Trasdosado 60.5/400 (48+12.5)	1,050	20,77	21,81
ENTD.1add	m2	Aisl divrs MW 0.037150mm	1,050	11,14	11,70

Figura 68. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 4. Fuente: www.five.es.

Calculando el total:

$$Coste_{aislamiento4fachada} = (121,48 + 50,69) \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 874,58\text{m}^2 = 150.576,44\text{€}$$

Pasando a la cubierta, se vuelve a añadir otros 20 mm de aislante:

$$\begin{aligned} \text{Importe}_{\text{aislamiento4cubierta}} &= (\text{Importe}_{\text{aislamiento3cubierta}}) + \Delta\text{Importe}_{20\text{mmaislantecubierta}} \\ &= (114,81) + 7 = 121,81 \text{ €/m}^2 \end{aligned}$$

En costes resulta un total de:

$$\text{Coste}_{\text{aislamiento4cubierta}} = 121,81 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1107,5\text{m}^2 = 134.904,57\text{€}$$

Para la solera se vuelve a añadir otro panel de poliestireno de 30 mm:

$$\begin{aligned} \text{Importe}_{\text{aislamiento4solera}} &= (\text{Importe}_{\text{soleraoriginal}}) + 4 \cdot \Delta\text{Importe}_{\text{panel30mm}} \\ &= 42,47 + 4 \cdot 0,3 = 43,79 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$\text{Coste}_{\text{aislamiento4solera}} = 43,79 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2215\text{m}^2 = 96.994,85\text{€}$$

El coste total de la mejora de “aislamiento 4” asciende a la cantidad de:

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{\text{aislamiento4}} &= \text{Coste}_{\text{aislamiento4fachada}} + \text{Coste}_{\text{aislamiento4cubierta}} + \\ \text{Coste}_{\text{aislamiento4solera}} &= 150.576,44 + 134.904,57 + 96.994,85 = 382.475,86\text{€} \end{aligned}$$

La cantidad de dinero a desembolsar respecto al coste inicial será la siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta\text{Coste}_{\text{aislamiento4}} &= \text{Coste}_{\text{aislamiento4}} - \text{Coste}_{\text{cerramientosoriginal}} = 382.475,86 - \\ &335.004,03 = 47.471,83\text{€} \end{aligned}$$

Modificando los valores en el programa HULC:

Grupo Cerramientos opacos

Nombre FACHADA\_PRINCIPAL

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
2	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,005	0,038	30	1000	
3	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
4	Hormiçón armado d > 2500	0,160	2,500	2600	1000	
5	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,100	0,041	40	1000	
6	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
7	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,050	0,041	40	1000	
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013	0,250	825	1000	
9						

Grupo Material Metales

Material Aluminio aleaciones de 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,24 W/[mK]

Figura 69. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 4. Fuente: HULC.

Grupo Cerramientos opacos

Nombre SOLERA\_PB

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
3	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,140	0,038	30	1000	
5	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
6	Hormiçón armado d > 2500	0,100	2,500	2600	1000	
7	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
8	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
9						

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa de gres 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,23 W/[mK]

Figura 70. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 4. Fuente: HULC.

Grupo Cerramientos opacos

Nombre CUBIERTA

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,080	2,000	1450	1050	
2	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,140	0,038	30	1000	
4	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,100	0,400	875	1000	
6						

Grupo Material Pétreos y suelos

Material Arena y grava [1700 < d < 2200] 0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 0,23 W/(m²K)

Figura 71. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 4. Fuente: HULC.

#### 4.10 Mejoras de envoltante. Mejora aislamiento 5

Finalmente se llega a la última de las opciones consideradas, la cual sólo se empleará en zonas muy frías donde ninguna de las otras posibilidades sea suficiente para cumplir. Siguiendo con el razonamiento empleado durante todo el proceso, se añadirá otros 50 mm de aislante para la fachada, y 20 mm para la cubierta y solera. Procediendo con los cálculos:

Base de Precios del IVE 2019

Ambito: Valencia

EF Fachadas y particiones > EFP Particiones > EFPC Cerámica > EFPC.3\$ PT Partición ladrillo simple + trasdosado PYL

PT Partición ladrillo simple + trasdosado PYL

FÁBRICA	AISLAMIENTO / E(mm)	TRASDOSADO	REVESTIMIENTO
<input checked="" type="radio"/> LH4	<input type="radio"/> MW 0.034 / 40	<input type="radio"/> PYL-D	<input checked="" type="radio"/> sin rev
<input type="radio"/> LH7	<input type="radio"/> MW 0.034 / 80	<input checked="" type="radio"/> PYL-A	<input type="radio"/> enlucido
<input type="radio"/> LH9	<input checked="" type="radio"/> MW 0.037 / 200	<input type="radio"/> 2PYL-A	<input type="radio"/> enfoscado
<input type="radio"/> LH11	<input type="radio"/> MW 0.037 / 70		
<input type="radio"/> LH11.5			
<input type="radio"/> LP5			
<input type="radio"/> LP7			
<input type="radio"/> LP9			
<input type="radio"/> LP11.5			
<input type="radio"/> LM4			
<input type="radio"/> LM5			
<input type="radio"/> LM11.5			

LH4  MW 0.037 / 200  PYL-A  sin rev

Descargar Bc3

EFPC.3acba - m2 - PT LH4+MW0.037/200+PYL-A sin 53,25

Partición de una hoja de ladrillo cerámico hueco de 4 cm de espesor, realizada con piezas de 24x11.5x4 cm aparejadas de canto y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1 cm de espesor, sin revestir por un lado y por el otro revestido con placa de yeso laminado de 12.5 mm de espesor, trasdosado autoportante con aislamiento a base de lana mineral de 200 mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.037 W/mK y resistencia térmica de 1.35 m²K/W, reacción al fuego A1, con una separación de 2cm de la estructura respecto a la hoja de ladrillo, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 30% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE y NTE-PTL.

Codigo	U.M.	Descripcion	Rdto.	Precio	Importe
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	0,486	18,61	9,04
MOOA11a	h	Peón especializado construcción	0,243	16,08	3,90
PFFC.1ac	u	Ladrillo hueco senc 24x11.5x4	33,000	0,10	3,30
PBPM.3c	m³	Mto cto M-5 CEM ind	0,006	71,81	0,44
%		Costes directos complementarios	0,030	16,68	0,50
EFPY.9aaaaaa	m2	Trasdosado 60.5/400 (48+12.5)	1,050	20,77	21,81
ENTD.1add	m2	Aisl divs MW 0.037 200mm	1,050	13,58	14,26

Figura 72. Importe económico partición fachada mejora aislamiento 5. Fuente: www.five.es.

$$Coste_{aislamiento5fachada} = (121,48 + 53,25) \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 874,58\text{m}^2 = 152.815,36\text{€}$$

La cubierta para este último caso tiene un importe y unos costes como siguen:

$$\begin{aligned} Importe_{aislamiento5cubierta} &= (Importe_{aislamiento4cubierta}) + \Delta Importe_{20mmaislantecubierta} \\ &= (121,81) + 7 = 128,81 \text{ €/m}^2 \end{aligned}$$

$$Coste_{aislamiento5cubierta} = 128,81 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1107,5\text{m}^2 = 142.657,07\text{€}$$

Al respecto de la solera, añadiendo el último panel de poliestireno:

$$\begin{aligned} Importe_{aislamiento5solera} &= (Importe_{soleraoriginal}) + 5 \cdot \Delta Importe_{panel30mm} \\ &= 42,47 + 5 \cdot 0,3 = 44,12 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$Coste_{aislamiento5solera} = 44,12 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2215\text{m}^2 = 97.725,8\text{€}$$

El resultado de sumar los costes de los 3 cerramientos es el siguiente:

$$\begin{aligned} Coste_{aislamiento5} &= Coste_{aislamiento5fachada} + Coste_{aislamiento5cubierta} + \\ Coste_{aislamiento5solera} &= 152.815,36 + 142.657,07 + 97.725,8 = 393.198,23\text{€} \end{aligned}$$

Esta última opción conllevará el máximo incremento en coste de todas las mejoras, tal y como se puede comprobar:

$$\begin{aligned} \Delta Coste_{aislamiento5} &= Coste_{aislamiento5} - Coste_{cerramientosoriginal} = 393.198,23 - \\ &335.004,03 = 58.194,2\text{€} \end{aligned}$$

Modificando los valores conforme la última mejora de envolvente propuesta:

Grupo Cerramientos opacos  
Nombre FACHADA\_PRINCIPAL

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
2	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,005	0,038	30	1000	
3	Aluminio aleaciones de	0,001	160,000	2800	880	
4	Hormiçón armado d > 2500	0,160	2,500	2600	1000	
5	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,100	0,041	40	1000	
6	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,040	0,445	1000	1000	
7	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0,100	0,041	40	1000	
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013	0,250	825	1000	
9						

Grupo Material Metales  
Material Aluminio aleaciones de  
Espesor (m) 0,020  
U 0,19 W/(mK)

Figura 73. Introducción datos HULC fachada mejora aislamiento 5. Fuente: HULC.

Grupo Cerramientos opacos  
Nombre SOLERA\_PB

Composición del Cerramiento:  
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
3	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,160	0,038	30	1000	
5	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
6	Hormiçón armado d > 2500	0,100	2,500	2600	1000	
7	Poliestireno [PS]	0,020	0,160	1050	1300	
8	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100	2,000	1450	1050	
9						

Grupo Material Cerámicos  
Material Plaqueta o baldosa de gres  
Espesor (m) 0,020  
U 0,20 W/(mK)

Figura 74. Introducción datos HULC solera mejora aislamiento 5. Fuente: HULC.

Grupo Cerramientos opacos

Nombre CUBIERTA

Composición del Cerramiento:  
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,080	2,000	1450	1050	
2	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/(mK)]	0,160	0,038	30	1000	
4	Moquetas revestimientos textiles	0,006	0,060	200	1300	
5	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,100	0,400	875	1000	
6						

Grupo Material Pétreos y suelos  
 Material Arena y grava [1700 < d < 2200] 0,020 Espesor (m)  
 U 0,21 W/(m²K)

Figura 75. Introducción datos HULC cubierta mejora aislamiento 5. Fuente: HULC.

En la tabla 4 se recoge, a modo de resumen, los costes y el incremento de cada una de las mejoras propuestas que se utilizarán en las zonas climáticas de estudio.

NOMBRE MEJORA	COSTE TOTAL (€)	ΔCOSTE (€)	INCREMENTO DE COSTE (%)
VIDRIO	12.684,86	5.623,65	44,3
MARCO	222,36	222,36	100
LAMAS	7.099,32	7.099,32	100
QUITAR AISLAMIENTO	314.738,66	-20.265,37	-6,44
AISLAMIENTO 1	343.145,93	8.141,9	2,37
AISLAMIENTO 2	353.877,04	18.873,01	5,33
AISLAMIENTO 3	371.744,74	36.740,71	9,88
AISLAMIENTO 4	382.475,86	47.471,83	12,41
AISLAMIENTO 5	393.198,23	58.194,2	14,8

Tabla 4. Incremento de coste mejoras planteadas. Fuente: Elaboración propia.

## 5. INTRODUCCIÓN A LAS ZONAS CLIMÁTICAS Y LA ORIENTACIÓN

Una de las variables más relevantes de cara al análisis de la demanda energética en un edificio, es la zona climática en la que está ubicado. Dicho factor vendrá impuesto por las características climáticas de la zona, no dependiendo de las soluciones constructivas planteadas inicialmente, ni de su ejecución. Es por ello que, el mismo edificio fabricado mediante la misma solución constructiva, puede cumplir la demanda o no hacerlo dependiendo la zona climática en la que esté situado.

Será uno de los objetivos principales del trabajo el analizar dicho factor, a la vez que se propongan distintas soluciones constructivas en caso de estar por encima de la demanda límite exigida.

En Europa la zonificación climática es muy variada según las normativas de eficiencia energética, en el caso de España se tienen una gran cantidad de zonas climáticas diferentes, resultado en un total de 15 zonas. Las 15 zonas vienen establecidas en España por el DB-HE (Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación), para la limitación de la demanda energética. 12 de ellas son zonas peninsulares (ya establecidas en el año 2006). Son las siguientes: A3, A4, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 y E1.

Ya en el año 2013 se introducen tres zonas específicas para las Islas Canarias ( $\alpha 3$ , A2 y B2). Esto se debe a que las zonas climáticas en las Islas Canarias no se ajustan con las peninsulares.

Las zonas se aplican en ámbito municipal, en base a la diferencia de altura entre la localidad y la altura de referencia de la capital de provincia. Si dicha diferencia es menor a 200 m o la localidad está a una altura inferior a la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática correspondiente a la capital de provincia. Los valores de referencia para la capital de provincia se obtienen de las tablas B.1 y B.2 del Apéndice B del DB-HE (2013).

La actualización producida en el DB-HE de 2013 frente al inicial de 2006, presenta cambios en el ámbito de la zonificación climática, principalmente en tres aspectos:

- Reducción de los parámetros de transmitancia térmica en los elementos constructivos. La reducción media es del 49%, con valores entre el 31 y el 77%.
- Adición del apartado de limitación del consumo energético.
- Variación de los criterios en el establecimiento de las zonas climáticas.

De esta forma, el DB-HE (2013) establece una vinculación con cada una de las zonas climáticas mediante un “clima de referencia”, definiendo así las sollicitaciones exteriores de cálculo para un año tipo, por medio de una serie de variables: radiación solar, temperatura y humedad.

La designación de las letras y números de las distintas zonas climáticas, viene determinado por la división territorial, en base a la severidad climática en invierno (SCI) y la severidad climática en verano (SCV). Al respecto de la severidad climática en invierno, ésta vendrá determinada por la letra, siendo la menos restrictiva la  $\alpha$  y la más restrictiva la E (temperaturas más bajas).

Los números representan la severidad climática en verano, siendo 1 que los veranos son ligeros, y 4 que las temperaturas son más elevadas.

De esta forma, se ha representado en una cuadrícula todas las capitales de provincia en función de los grados de severidad de invierno y verano, tal y como se muestra a continuación:

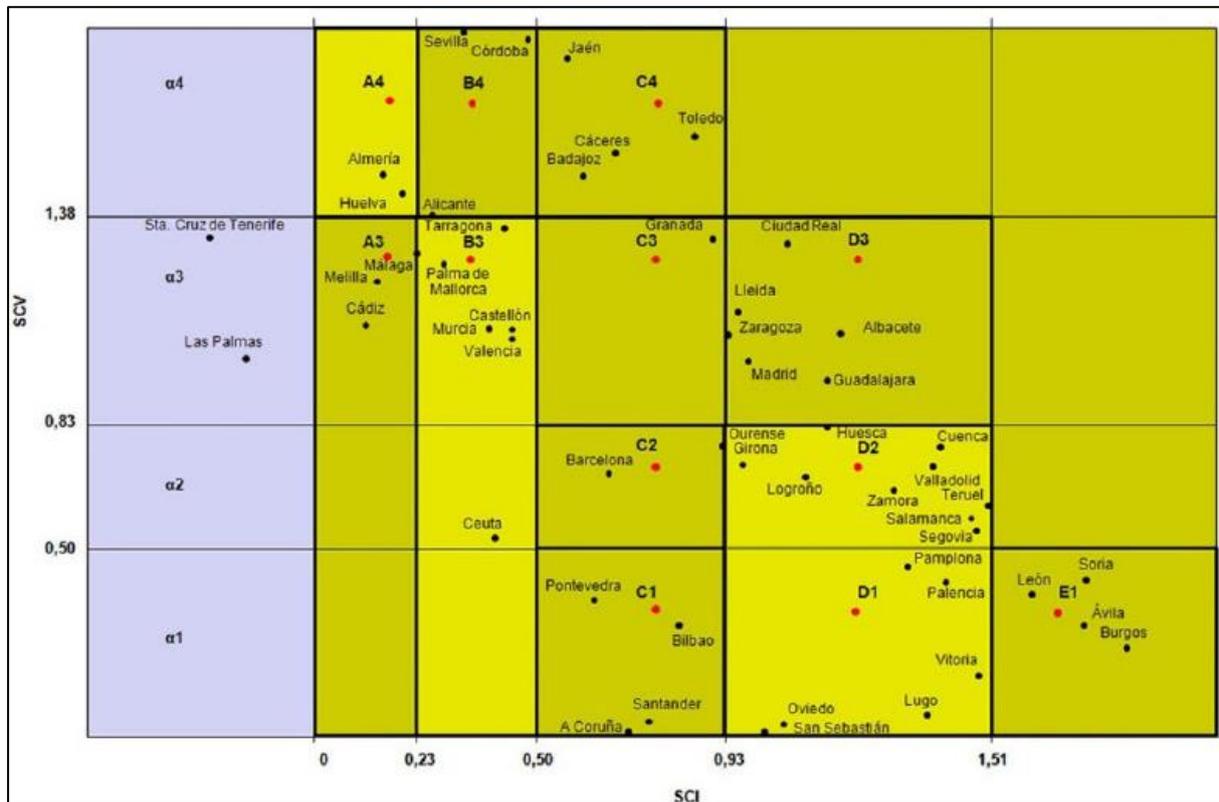


Figura 76. Posición de las capitales de provincia en función de SCV y SCI. Fuente: Larrumbide (2015).

Tal y como se puede observar, la zona climática B4 es considerada para tres ciudades: Córdoba, Alicante y Sevilla. Es importante referenciar que, pese a que se consideran exactamente iguales a nivel de zona climática, y con ello igual en los cálculos y simulaciones a realizar, las tres ciudades tienen diferencias climáticas notorias, como puede ser el soleamiento, el viento y su dirección, la temperatura, radiación o la humedad. Con el resto de zonas climáticas sucede lo mismo, esto pone de manifiesto que existen algunas incongruencias, puesto que hay en localidades en las que el clima de referencia no se ajustará de forma precisa a la ubicación en concreto.

La severidad climática es una combinación entre los grados-día y la radiación solar de la localidad, en consecuencia, cuando dos localidades tienen la misma severidad climática de invierno, la demanda energética de calefacción es igual, del mismo modo ocurre para la severidad climática de verano.

La división en las distintas zonas climáticas en base a los intervalos de SCI y SCV, se recoge de la tabla 3 y 4 del documento de apoyo “documento descriptivo climas de referencia” del DB HE (Figuras 49 y 50).

$\alpha$	A	B	C	D	E	
	$SCI \leq 0$	$0 < SCI \leq 0,23$	$0,23 < SCI \leq 0,5$	$0,5 < SCI \leq 0,93$	$0,94 < SCI \leq 1,51$	$SCI > 1,51$

Figura 77. Intervalos para la zonificación de invierno. Fuente: documento descriptivo climas de referencia.

1	2	3	4
$SCV \leq 0,5$	$0,5 < SCV \leq 0,83$	$0,83 < SCV \leq 1,38$	$SCV > 1,38$

Figura 78. Intervalos para la zonificación de verano. Fuente: documento descriptivo climas de referencia.

Al respecto de la orientación, se han planteado 4 posibilidades, norte (N, 0°), oeste (O, 90°), sur (S, 180°) y este (E, 270°). El sol describe una trayectoria en forma de arco, saliendo por el este y entrando en el oeste, variando según la estación del año. En invierno dicho arco es más reducido, y de esta forma las orientaciones norte no reciben sol, al contrario sucede en verano, donde el arco es más amplio y las orientaciones norte si reciben sol. Otra diferencia es la altura del sol, siendo más bajo en invierno y más alto en verano.

La orientación norte es la que menos horas de sol recibe en el balance energético en el transcurso de un año. El sol sólo aporta radiación unas pocas horas en verano y de forma indirecta, siendo dichas horas las primeras de la mañana y las últimas de la noche, por lo cual el aporte de calor es bajo. Es una buena orientación en casos que se quiera proteger del sobrecalentamiento, situados en espacios que estén a la sombra.

La orientación oeste recibe radiación todo el año desde mediodía hasta el anochecer. En invierno la radiación será más suave pero en invierno incidirá más. Es la orientación que más radiación recibe en verano, dicho factor añadido a que el sol está más bajo que en la orientación sur, hace que el sobrecalentamiento en horas de la tarde pueda ser un problema.

Al respecto de la orientación este, es la orientación de salida del sol, recibiendo radiación todo el año desde la salida hasta el mediodía. El sol no tiene mucha altura, lo que hará que la radiación entre prácticamente horizontalmente. En invierno se tendrá una sensación agradable, pero si los veranos tienen temperaturas extremas, será necesario emplear sistemas como pueden ser las lamas en ventanas.

Finalmente la orientación sur, que recibe radiación durante todo el año y en las horas centrales, que son donde la radiación tiene más incidencia. En invierno la ganancia solar hace que el balance energético sea muy positivo, reduciéndose así la demanda de calefacción. Al estar el sol más elevado hace que en verano la radiación no entre horizontalmente, lo que hace que la configuración sur sea la más óptima energéticamente en la mayoría de situaciones.

## 6. RESULTADOS

El objetivo a nivel general será el conseguir cumplir con el menor margen posible, de forma en que el desembolso económico sea el mínimo posible, a la vez que se intente emplear el menor número posible de lamas por el impacto visual que producen y su coste asociado. Fruto del gran número de simulaciones realizadas se ha logrado comprender y analizar el comportamiento de las distintas zonas climáticas, así como establecer un orden de las simulaciones a realizar dependiendo del caso de estudio.

En referencia a cómo aplicar las mejoras y el orden de éstas, se ha tenido en cuenta los siguientes criterios. En primer lugar, para las zonas cálidas las 3 opciones a aplicar son: cambio de vidrio a Planistar 6/16/6, quitar aislamiento en solera y reducción panel de hormigón fachada y finalmente la incorporación de lamas en las ventanas. La prioridad ha sido en primer lugar la de reducir el aislamiento, ya que ayuda a cumplir los requerimientos del CTE DB HE-1, y además permite reducir el coste económico, en segundo lugar será el cambio de vidrio y en tercer lugar la inclusión de lamas en las ventanas. Al respecto de las lamas se han colocado primero en la fachada oeste, y luego en la fachada este, si el colocar lamas en las fachadas este y oeste, al mismo tiempo que se quita el aislamiento en la solera y se emplea vidrio con control solar sigue sin ser suficiente para cumplir, se han colocado lamas en la fachada principal (el mínimo número con tal de cumplir). La razón es que emplear lamas genera un impacto visual negativo, y más cuando se tratan de vidrios muy grandes y de buena calidad, sin embargo, cuando se ha requerido el empleo de lamas en la fachada principal se ha desestimado la mejora de vidrio, puesto que el impacto visual ya se ha producido, y no tiene sentido cambiar todas las ventanas y realizar otro gasto económico, ya que el aplicar lamas es una mejora que reduce más la demanda del edificio objeto que el cambio de vidrio, para las zonas cálidas.

Al respecto de las zonas frías se tiene más posibilidades, primeramente se tiene el cambio de vidrio igual que para las zonas cálidas, también se ha propuesto el cambio de marco a uno de PVC y finalmente cinco soluciones constructivas que aportan mayor aislamiento. Si la demanda del edificio objeto y la límite son valores cercanos se ha optado por el cambio de marco o de vidrio, puesto que son mejoras menos invasivas en los elementos constructivos planteados inicialmente, y a su vez, son mejoras mucho más económicas. En el caso de que la diferencia sea grande se irán planteando de forma progresiva las mejoras de aislamiento de la 1 a la 5 (de menos exigente a más exigente), a la vez que se irán combinando con las mejoras de vidrio y de marco.

En el presente punto se mostrarán los principales resultados de las simulaciones realizadas, el número de casos totales a analizar es de 60, correspondientes a las 15 zonas climáticas en las 4 orientaciones planteadas. La manera en que se van a mostrar los resultados será la siguiente: primero dos figuras correspondientes a la simulación inicial y final, exceptuando aquellas que cumplan directamente. Seguidamente se mostrará una tabla con los datos más relevantes y finalmente se realizará un breve comentario acerca de las simulaciones realizadas para el caso correspondiente.

## 6.1 Simulación y resultados zona peninsular. A3

### 6.1.1.- Orientación norte. A3N

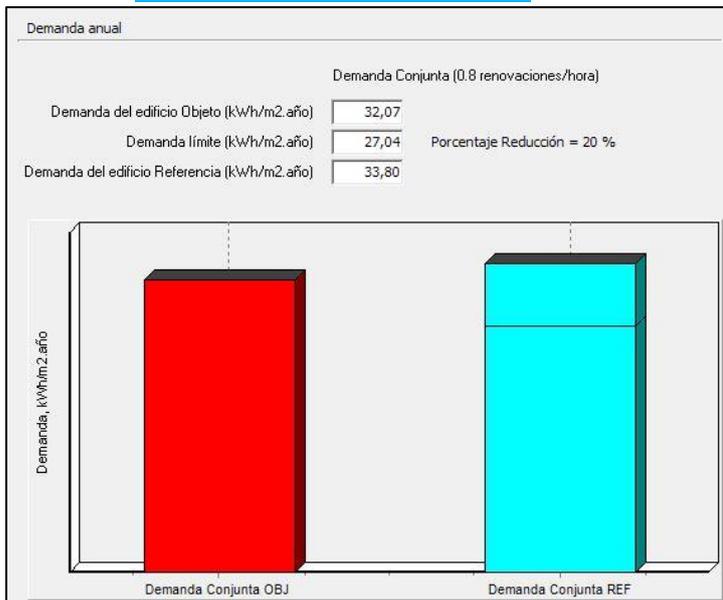


Figura 80. Resultados simulación inicial A3N. Fuente: HULC.

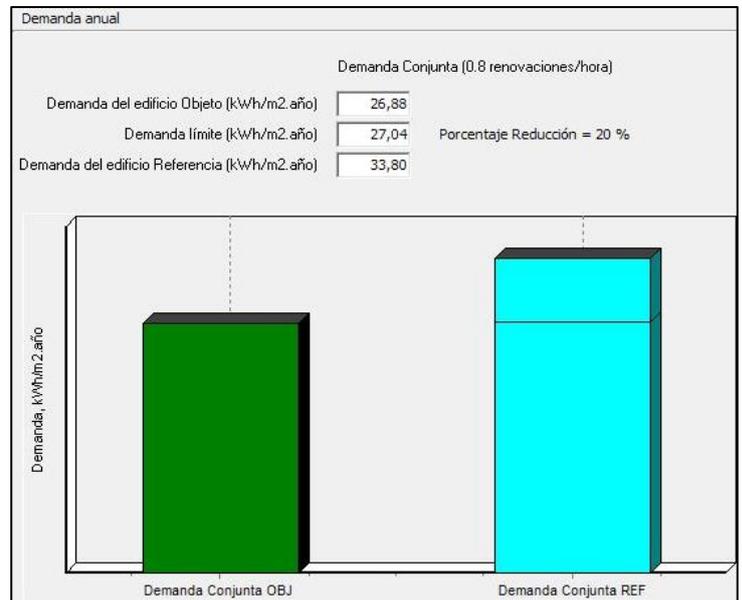


Figura 79. Resultados simulación final A3N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	32,07	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	29,6	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	28,48	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	27,73	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	26,88	SI	✓

Tabla 5. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A3N.

La zona climática A3 tiene temperaturas en verano muy elevadas e inviernos suaves, es por ello que habrá que quitar aislamiento. En este caso no es necesario disponer lamas en la fachada frontal, ya que se ha logrado cumplir poniendo lamas en las fachadas este y oeste y cambiando el vidrio.

Otra opción habría sido colocar lamas en los huecos de la fachada frontal, pero tal y como se ha explicado previamente, desluce desde el punto visual, así que se ha desestimado dicha opción pues se ha podido evitar.

### 6.1.2.- Orientación oeste. A30

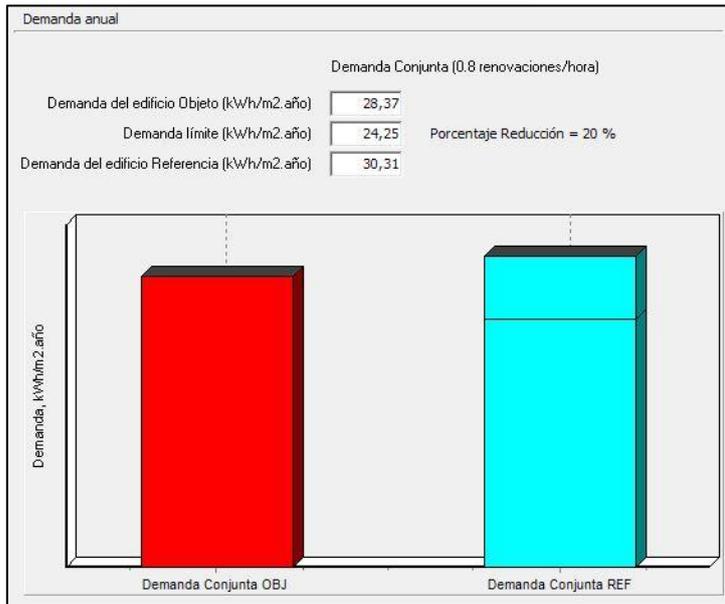


Figura 82. Resultados simulación inicial A30. Fuente: HULC.

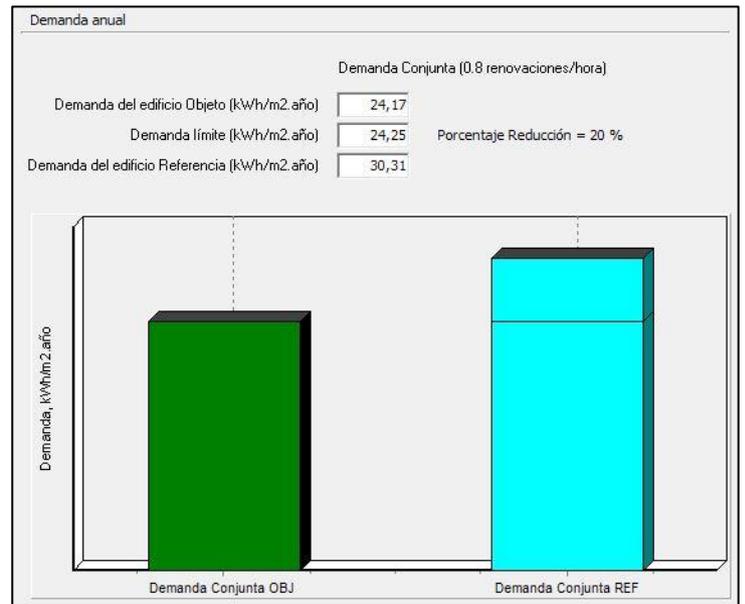


Figura 81. Resultados simulación final A30. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	28,37	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	26,32	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	26,01	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	25,26	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	24,62	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA	24,4	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 1 VENTANA P1	24,17	SÍ	✓

Tabla 6. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A30.

En este caso no es suficiente con la colocación de lamas en este y oeste, requiriendo de esta forma el colocar lamas también en la fachada principal. Con colocar lamas en la planta baja y una de las de la planta primera será suficiente para cumplir.

6.1.3.- Orientación sur. A3S

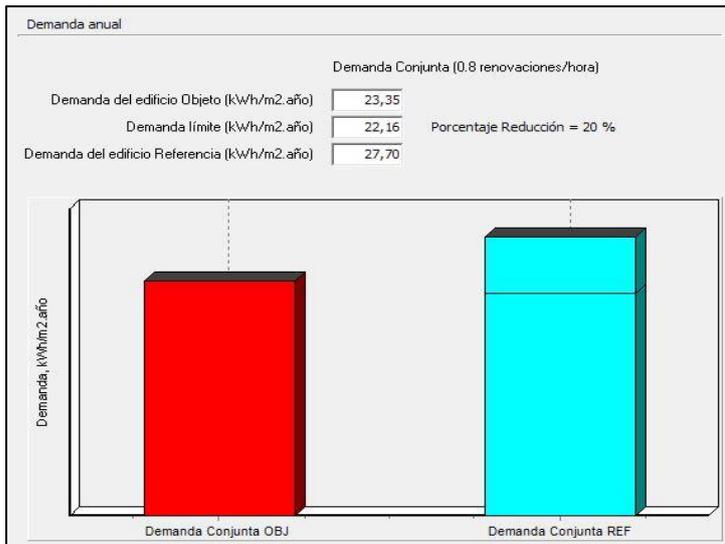


Figura 84. Resultados simulación inicial A3S. Fuente: HULC.

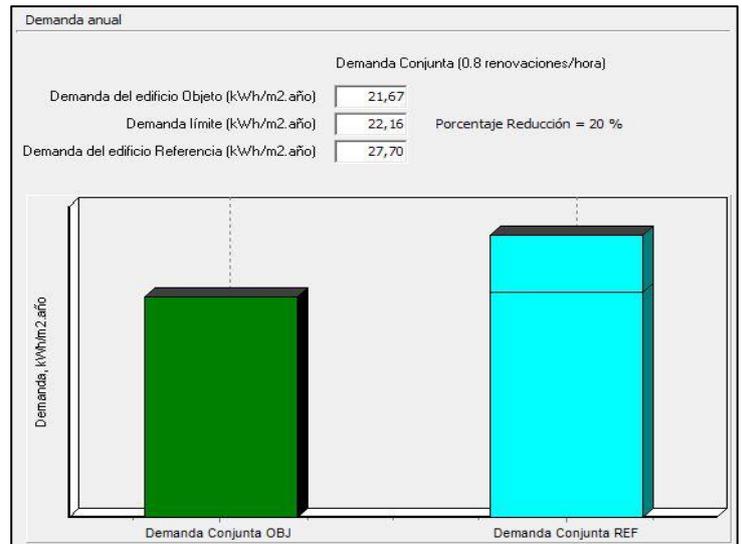


Figura 83. Resultados simulación final A3S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	23,35	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	21,67	SÍ	✓

Tabla 7. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A3S.

Es un caso fácil de cumplir, además como la única medida a implementar es quitar el aislamiento, el coste será el más bajo posible pues será menor al coste de construir el edificio tal y como estaba planeado inicialmente.

Desde el punto de vista económico y de complejidad constructiva sería una situación muy favorable, y en caso de que la localización no venga impuesta sería una opción a considerar severamente.

6.1.4.- Orientación este. A3E

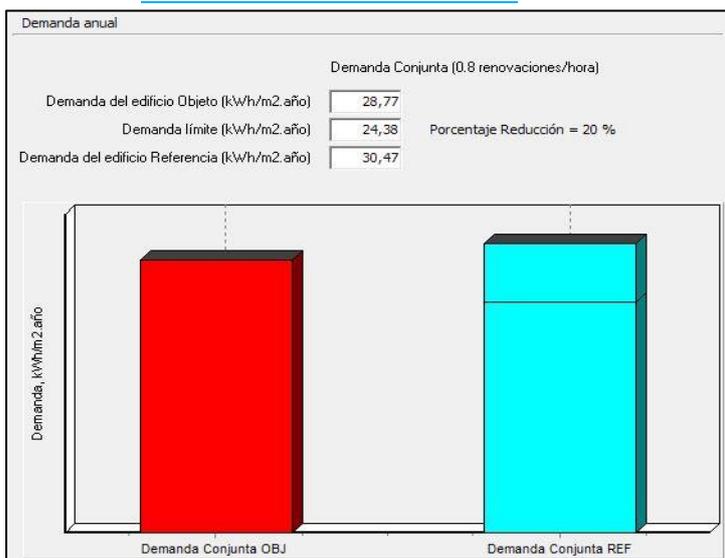


Figura 85. Resultados simulación inicial A3E. Fuente: HULC.

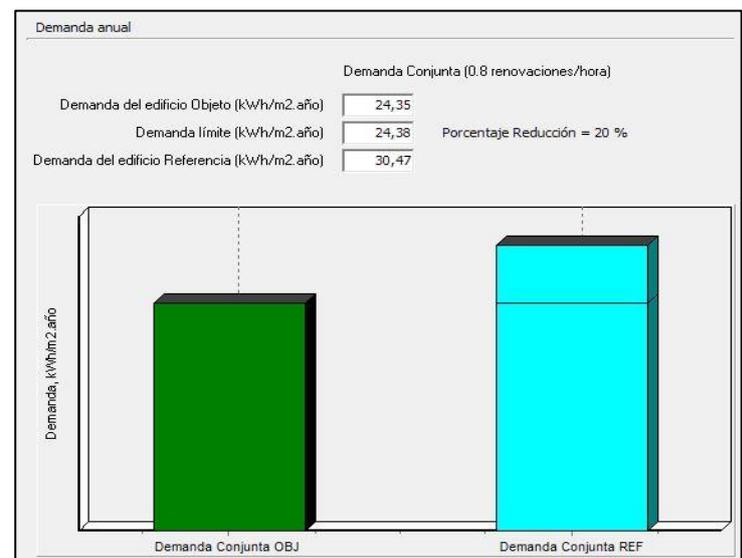


Figura 86. Resultados simulación final A3E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	28,37	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	26,32	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	26,01	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	25,26	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	24,62	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA	24,17	SÍ	✓

Tabla 8. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A3E.

Se obtienen resultados muy similares a los de la orientación oeste, salvo que esta vez no es necesario el empleo de lamas en la primera planta de la fachada principal.

Con ello concluye el análisis de la zona climática A3, que tal y como se puede comprobar, al tratarse de una zona cálida se tendrán que aplicar medidas como son el quitar aislamiento o la introducción de lamas.

## 6.2 Simulación y resultados zona peninsular. A4

### 6.2.1.- Orientación norte. A4N

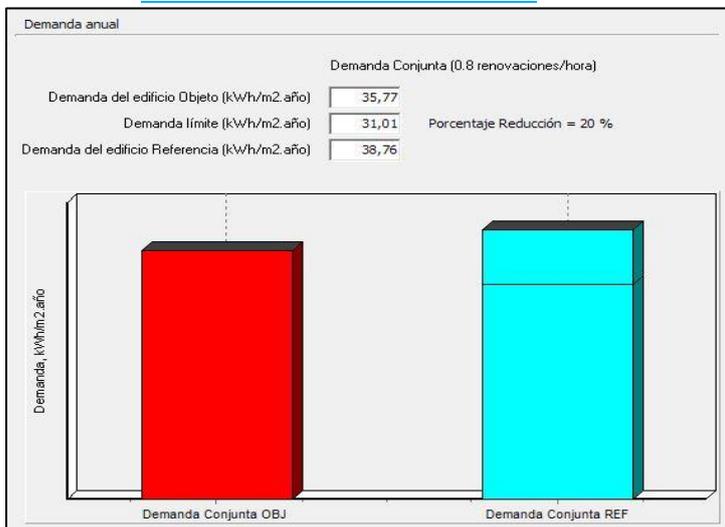


Figura 88. Resultados simulación inicial A4N. Fuente: HULC.

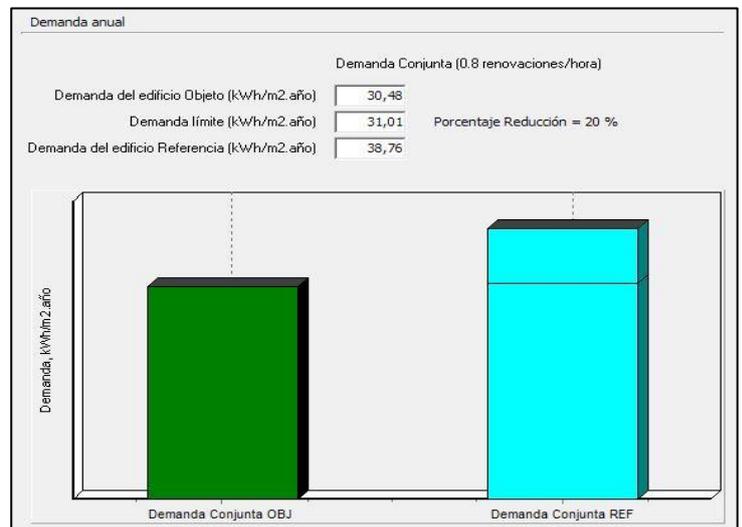


Figura 87. Resultados simulación final A4N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	35,77	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	33,36	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	32,18	NO	-

QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	31,39	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	30,48	SÍ	✓

Tabla 9. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4N.

Situación análoga a la A3 orientación norte, se necesitan emplear las mismas mejoras para cumplir. La única diferencia es que las 3 demandas son mayores (objeto, límite y referencia), debido a que se tienen condiciones más extremas en verano.

### 6.2.2.- Orientación oeste. A4O

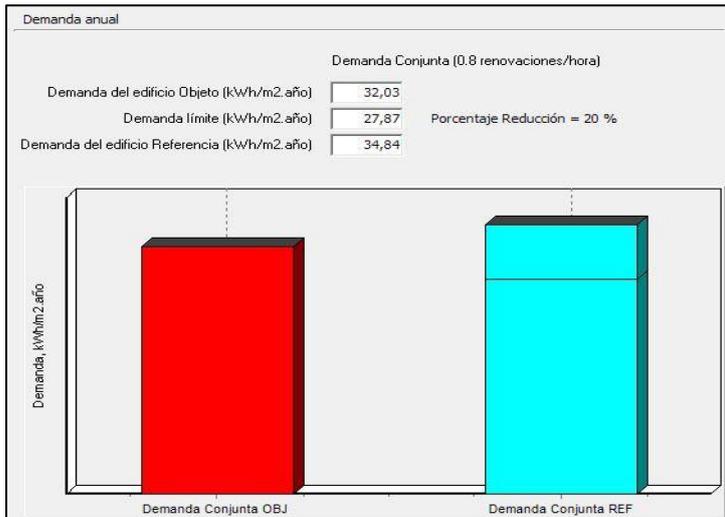


Figura 89. Resultados simulación inicial A4O. Fuente: HULC.

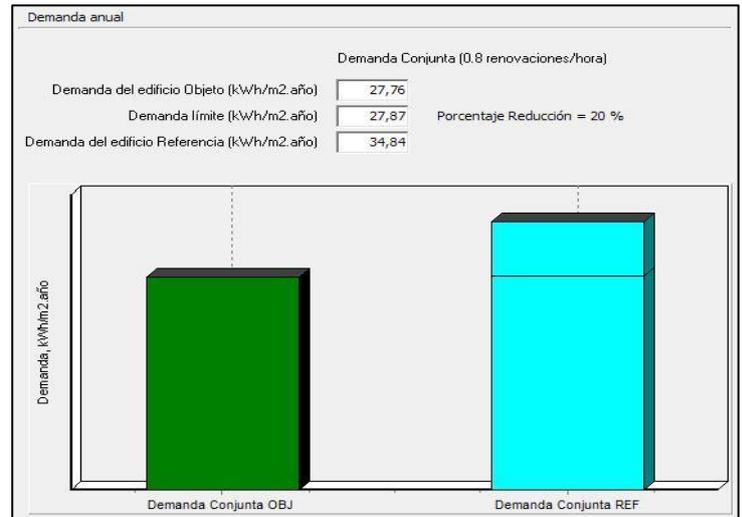


Figura 90. Resultados simulación final A4O. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	32,03	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	30,03	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	29,7	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	28,92	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	28,22	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO+MARCO PVC	28,43	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA	28	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 1 VENTANA P1	27,76	SÍ	✓

Tabla 10. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4O.

Esencialmente se obtiene el mismo resultado que para la zona climática A3, orientación oeste.

En este caso también se realizó una simulación en la cual se cambió el marco al de PVC, pero tal y como se ha comentado, el resultado empeora, pasando de una demanda de 28,22 a 28,43 kWh/m<sup>2</sup>. Es por ello, que dicha opción deberá descartarse en zonas climáticas muy cálidas.

### 6.2.3.- Orientación sur. A4S

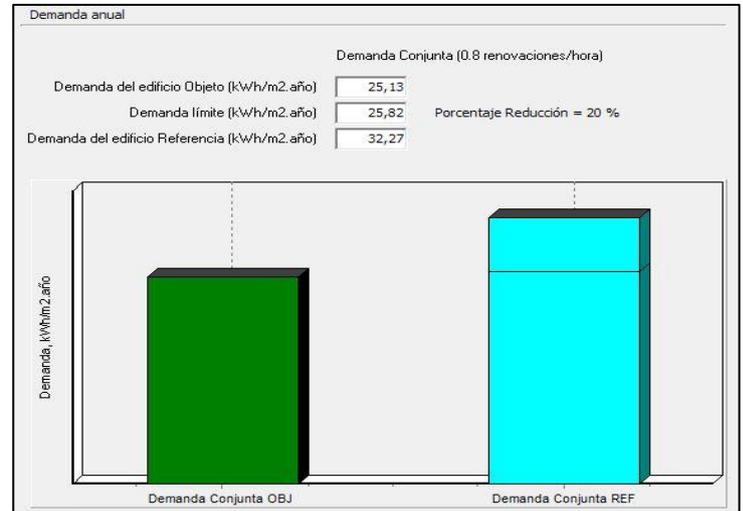
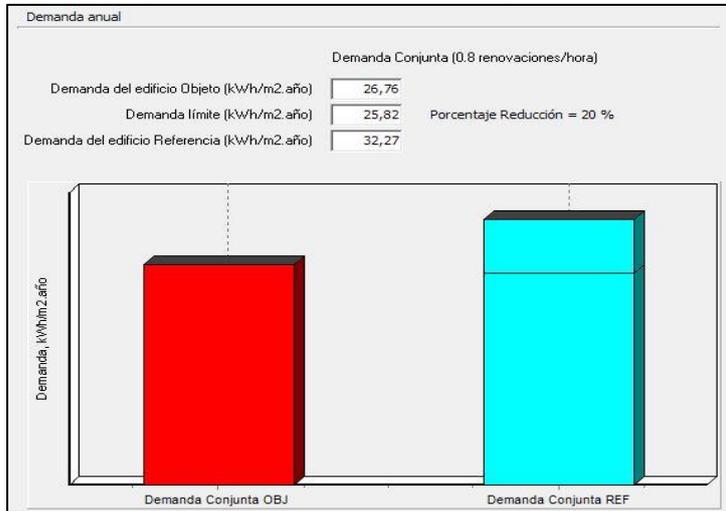


Figura 92. Resultados simulación inicial A4S. Fuente: HULC.

Figura 91. Resultados simulación final A4S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	26,76	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	25,13	SÍ	✓

Tabla 11. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4S.

Es un caso análogo al que ocurre con la zona climática A3 orientación sur, la única medida que se debe implementar para cumplir es la de quitar el aislamiento, lo cual desde el punto de vista económico será muy ventajoso ya que corresponderá al menor coste posible.

La situación inicial está cerca de cumplir, es por ello que aplicando una sola medida se consigue rebajar la demanda en la cantidad suficiente necesaria, la orientación sur es muy favorable

### 6.2.4.- Orientación este. A4E

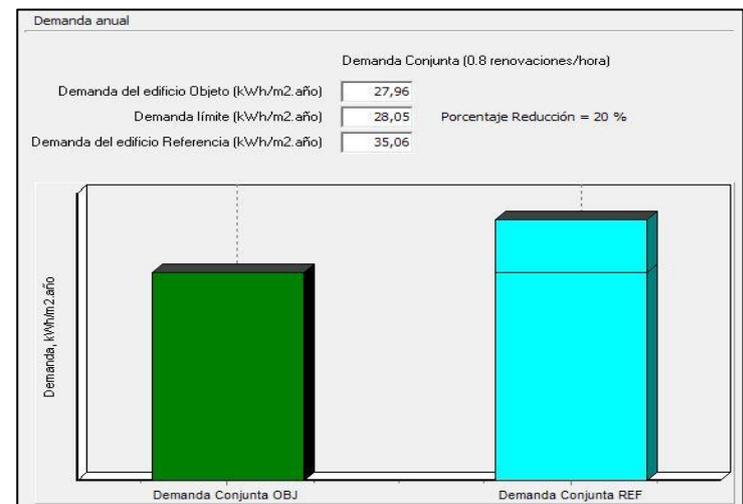
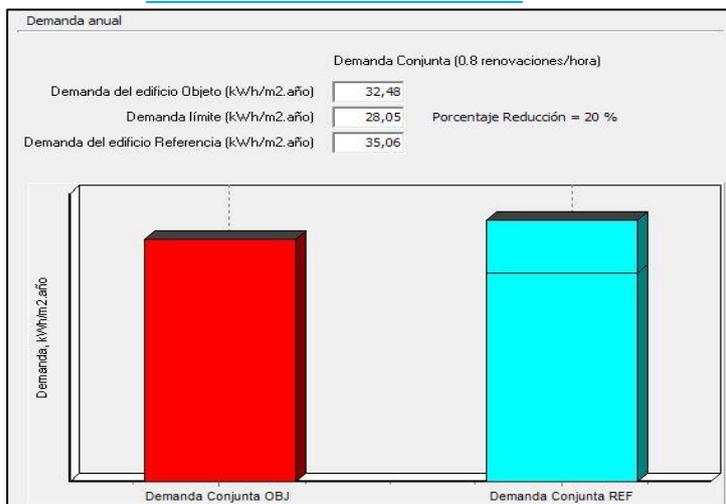


Figura 94. Resultados simulación inicial A4E. Fuente: HULC.

Figura 93. Resultados simulación final A4E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	32,48	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	30,33	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	29,14	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	28,92	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	28,22	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO+MARCO PVC	28,44	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA	27,96	SÍ	✓

Tabla 12. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A4E.

Finalmente la última orientación de esta zona climática, comprobándose de esta forma que las zonas climáticas A3 y A4 se obtienen los mismos resultados para todas las orientaciones. Este hecho conlleva que, para el edificio diseñado, y para las condiciones en las que se ha realizado la simulación, ambos casos sean indistintos de cara a cumplir el DB-HE1.

### 6.3 Simulación y resultados zona peninsular. B3

#### 6.3.1.- Orientación norte. B3N

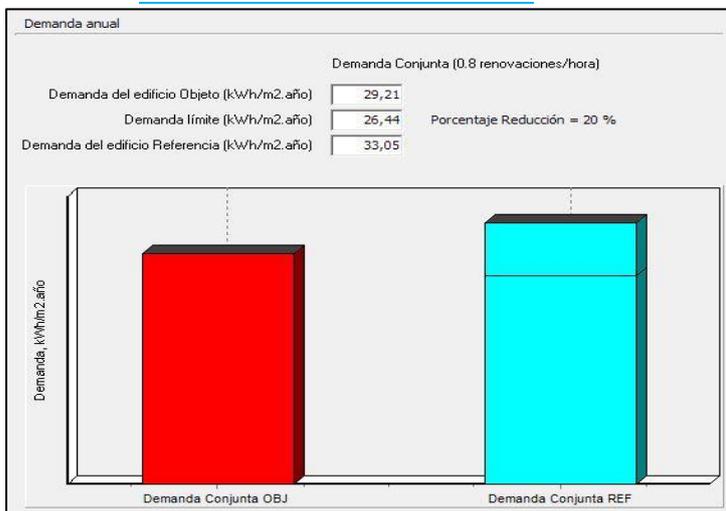


Figura 96. Resultados simulación inicial B3N. Fuente: HULC.

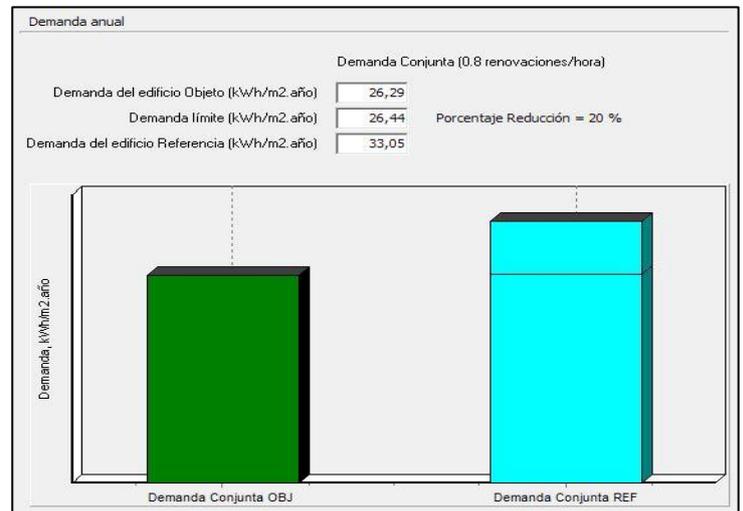


Figura 95. Resultados simulación final B3N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	29,21	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	27,19	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	27,49	NO	-

QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	26,29	Sí	✓
---------------------------	-------	----	---

Tabla 13. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3N.

Tal y como se puede comprobar el cambio de marco sigue sin ser una opción recomendable en la zona climática B3, ya que empeora los resultados obtenidos anteriormente. Debido a que no existe gran diferencia entre la demanda del edificio objeto y la límite como se puede comprobar, no será necesario el empleo de lamas en las ventanas, llegando a cumplir simplemente con la reducción de aislamiento en solera y usando un panel de hormigón prefabricado de 12 cm en fachada, conjuntamente con el cambio de vidrio al modelo comercial Planistar ya mencionado previamente.

### 6.3.2.- Orientación oeste. B3O

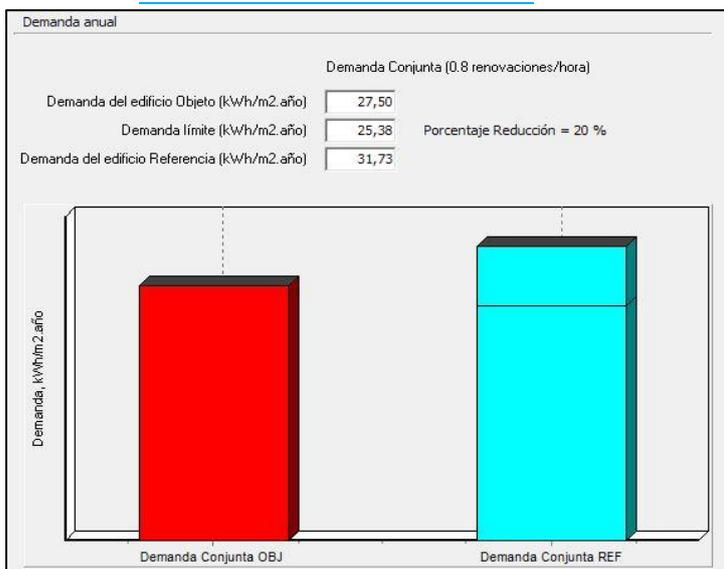


Figura 98. Resultados simulación inicial B3O. Fuente: HULC.

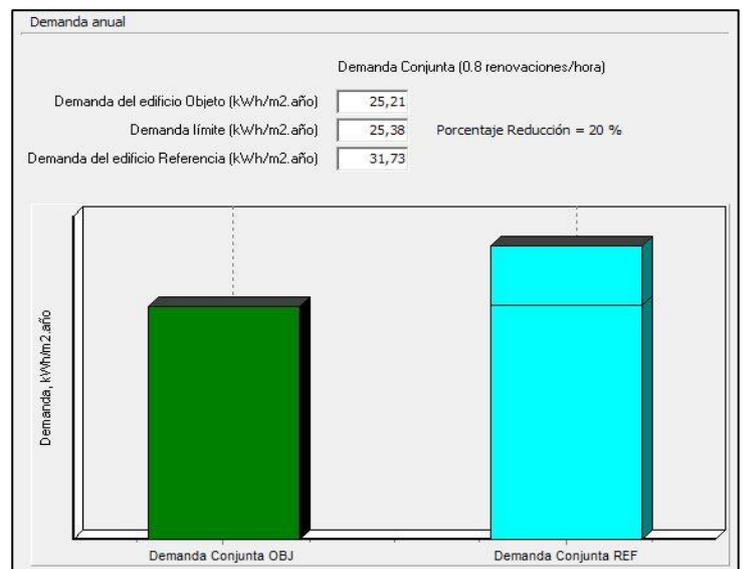


Figura 97. Resultados simulación final B3O. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	27,5	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	25,91	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	26,02	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	25,21	SÍ	✓

Tabla 14. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3O.

Se deberá emplear la misma solución que la orientación norte, una de las conclusiones importantes a extraer, es que cumplir en la zona climática B3 no requiere tantas medidas como en otras localizaciones tal y como se ha visto (zonas climáticas A3 y A4) y se corroborará con otras zonas climáticas. El motivo es que inicialmente el edificio está planificado de ser edificado en la zona climática B3, de ahí que se haya tenido en cuenta las condiciones climáticas de la zona a la hora de definir los elementos constructivos, lo que significa que no es necesario realizar muchas modificaciones al diseño inicial.

6.3.3.- Orientación sur. B3S

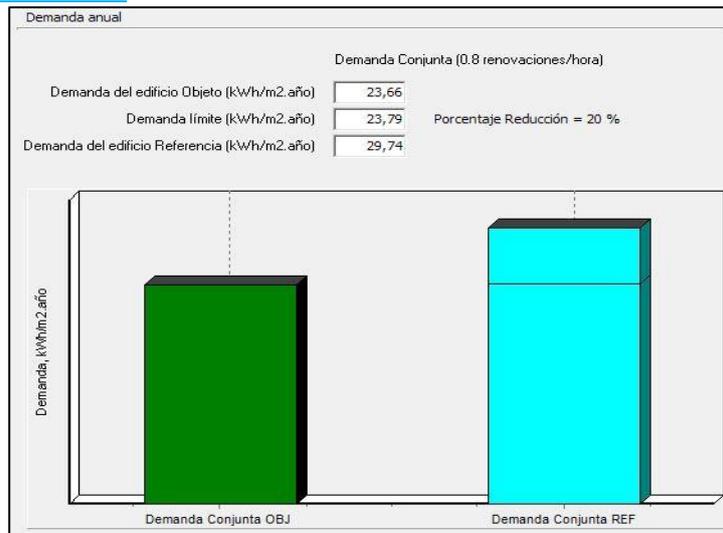


Figura 99. Resultados simulación inicial y final B3S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	23,66	SÍ	✓

Tabla 15. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3S.

El presente es un caso excepcional a analizar, ya que cumple directamente sin necesidad de aplicar ninguna medida. Esto significa que si el edificio de oficinas fuera ejecutado tal y como fue previsto, y se colocará en la zona climática B3 y orientado hacia el sur, cumpliría directamente el DB-HE1. Es una situación óptima pues no sería necesario plantear ninguna modificación ni alterar en nada al diseño original, lo que supondría también un ahorro en trámites y tiempo.

6.3.4.- Orientación este. B3E

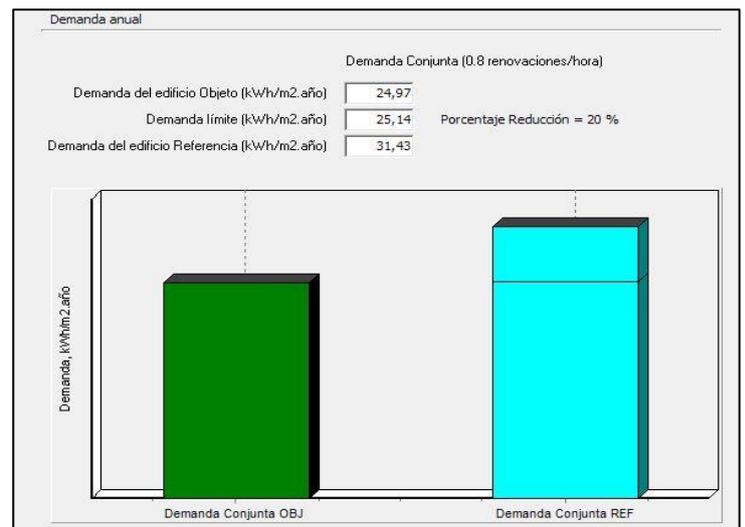
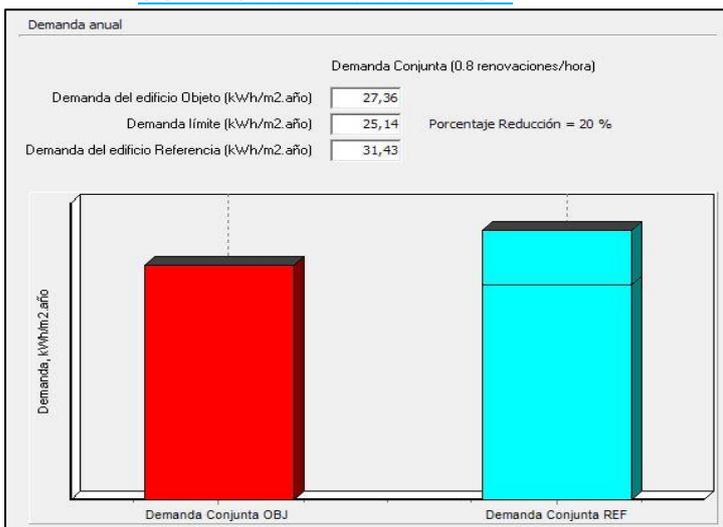


Figura 101. Resultados simulación inicial B3E. Fuente: HULC.

Figura 100. Resultados simulación final B3E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	27,36	NO	-

QUITAR AISLAMIENTO	25,67	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	25,81	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	24,97	SÍ	✓

Tabla 16. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B3E.

Se vuelven a obtener resultados similares a las orientaciones norte y oeste. Constructivamente se han obtenido los mismos resultados para las 3 simulaciones. Como se puede comprobar la mejor orientación es la sur, ya que es la única que ha permitido cumplir sin hacer ninguna modificación, con una demanda del edificio objeto muy reducido en comparación al resto de orientaciones. Además, desde el punto de vista económico, pese a que aplicar el cambio de vidrio incrementaría el coste total, el quitar aislamiento tiene un impacto superior, por lo que además de cumplir se conseguiría un ahorro económico.

## 6.4 Simulación y resultados zona peninsular. B4

### 6.4.1.- Orientación norte. B4N

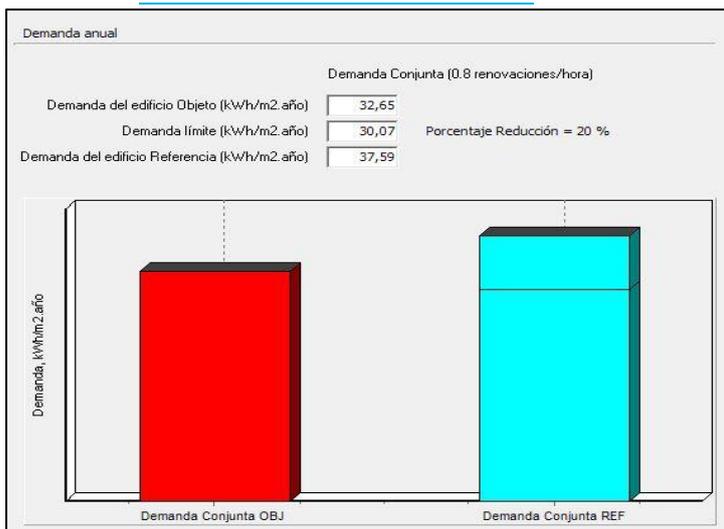


Figura 102. Resultados simulación inicial B4N. Fuente: HULC.

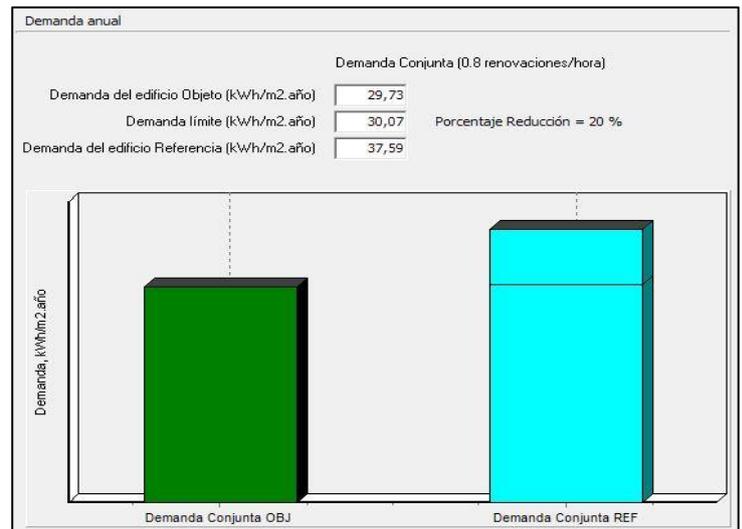


Figura 103. Resultados simulación final B4N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	32,65	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	30,68	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	30,96	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	29,73	SÍ	✓

Tabla 17. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4N.

En la zona climática B4 la mejora del marco sigue dando malos resultados, ya que la demanda pasa de ser 30,68 kWh/m<sup>2</sup> a 30,96 kWh/m<sup>2</sup>, lo cual no es deseable. Volviendo a probar con las medidas que daban buenos resultados en la zona climática B3 se consigue cumplir.

6.4.2.- Orientación oeste. B4O

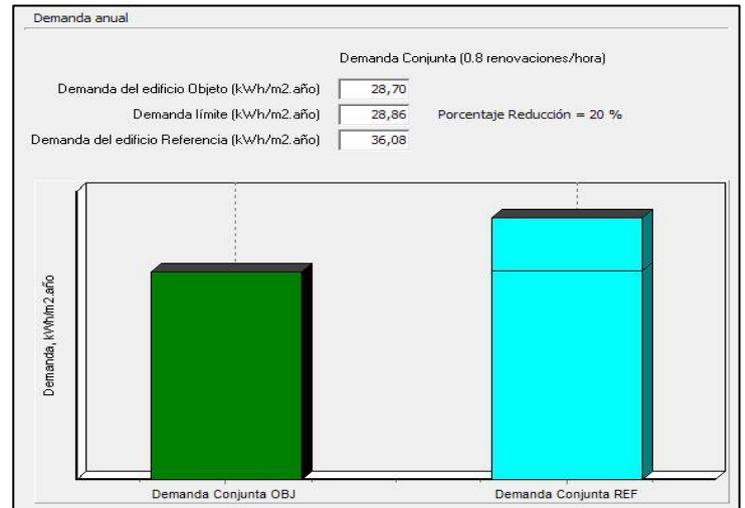
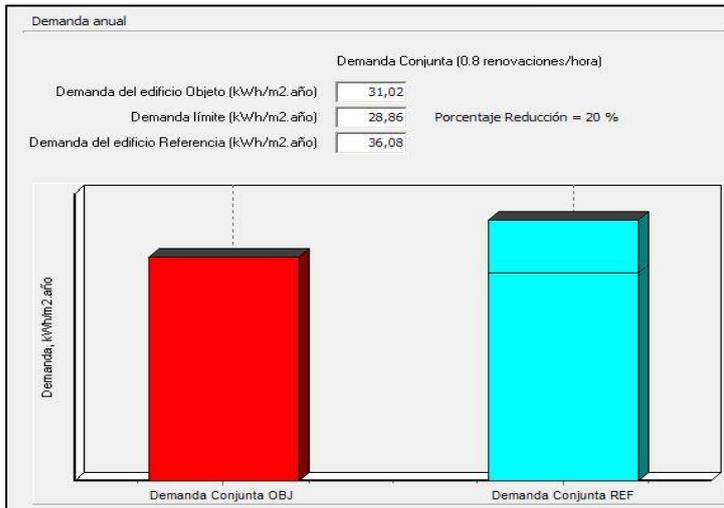


Figura 105. Resultados simulación inicial B4O. Fuente: HULC.

Figura 104. Resultados simulación final B4O. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	31,02	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	29,46	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	29,56	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	28,7	SÍ	✓

Tabla 18. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4O.

Al igual que sucedía con las zonas climáticas A3 y A4, las B3 y B4 son bastante similares a nivel de cálculo. Si bien el valor de las demandas del edificio objeto son más elevadas, lo mismo sucede con la demanda del edificio de referencia y por tanto la límite, lo que hace que la diferencia entre la demanda del edificio objeto y la límite (que al final es lo importante) sea similar, cumpliendo al aplicar la misma batería de mejoras.

6.4.3.- Orientación sur. B4S

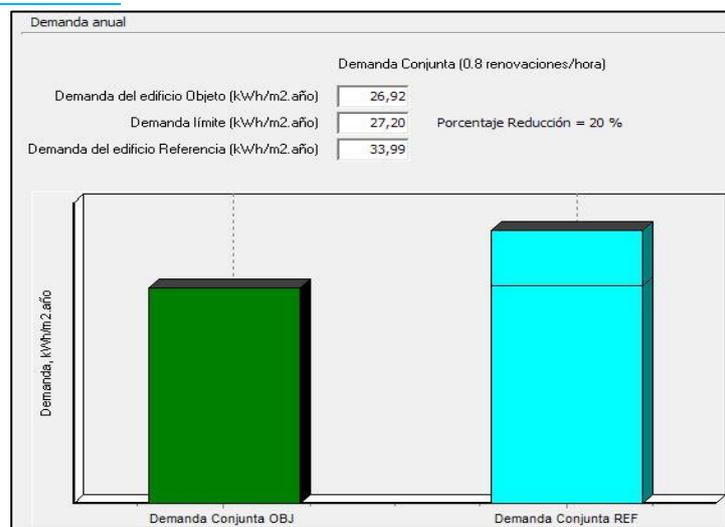


Figura 106. Resultados simulación inicial y final B4S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	26,92	SÍ	✓

Tabla 19. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4S.

Tal y como sucedía en la zona climática B3 orientación sur, realizando la simulación inicial se consigue cumplir directamente. Son casos excepcionales, ya que al ser el edificio un gran terciario es más difícil de cumplir que en el caso de ser una vivienda, lo que hace que de normal se necesiten aplicar medidas para reducir la demanda a los valores requeridos.

También es importante mencionar que se trabajan con valores de transmitancias térmicas en los cerramientos muy buenos, siendo mejores que los recomendados por el CTE, de ahí que las medidas a emplear sean una mejora a lo que ya de por sí son valores muy buenos.

#### 6.4.4.- Orientación este. B4E

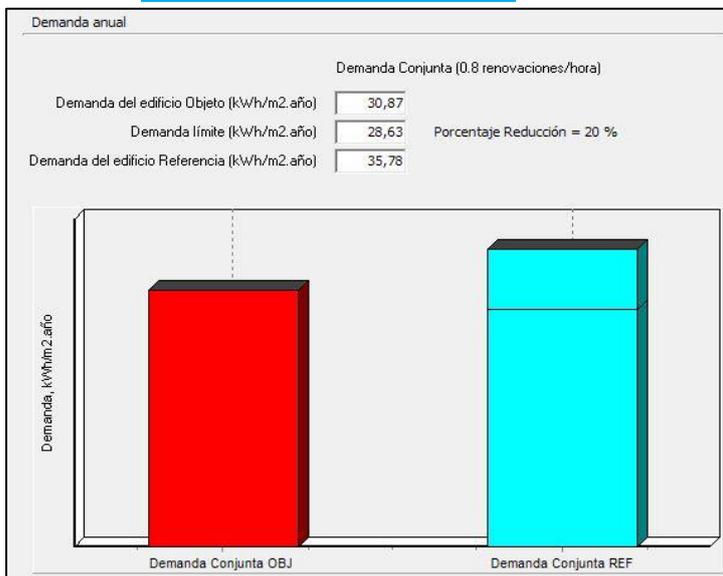


Figura 108. Resultados simulación inicial B4E. Fuente: HULC.

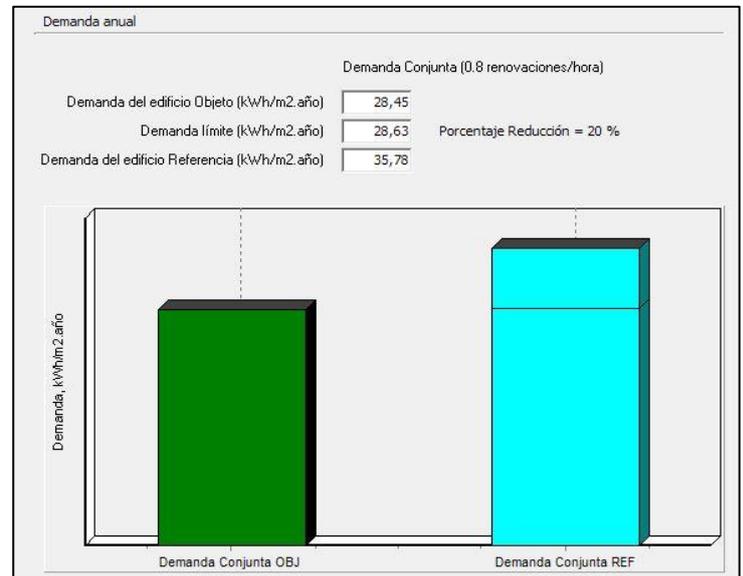


Figura 107. Resultados simulación final B4E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	30,87	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	29,34	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	29,22	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	28,45	SÍ	✓

Tabla 20. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B4E.

Realizando las simulaciones del último caso de la zona climática B4 se vuelven a repetir los resultados de las orientaciones norte y sur, concluyendo con lo mencionado previamente de que las zonas climáticas B3 y B4 son muy similares.

## 6.5 Simulación y resultados zona peninsular. C1

### 6.5.1.- Orientación norte. C1N

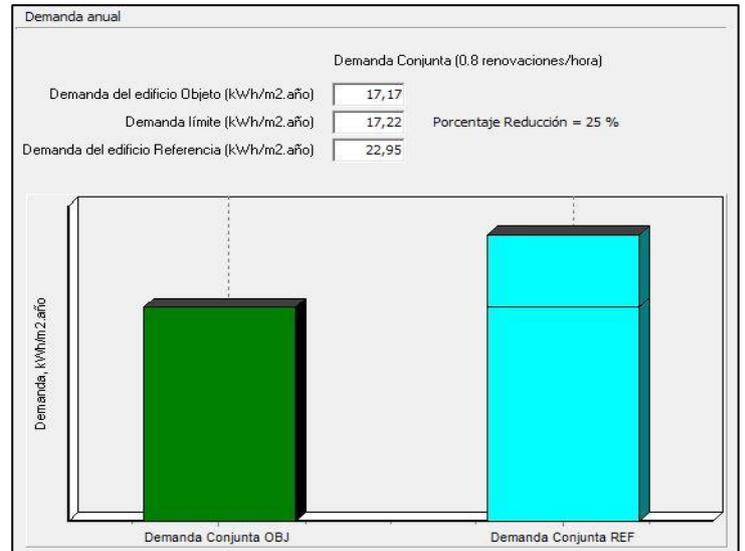
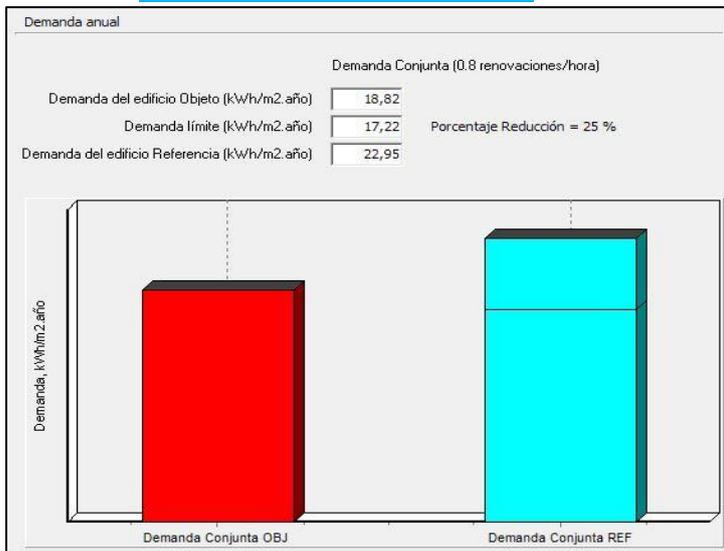


Figura 110. Resultados simulación inicial C1N. Fuente: HULC.

Figura 109. Resultados simulación final C1N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	18,82	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	18,63	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	18,59	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	18,38	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	17,97	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO+MARCO	17,85	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	18,07	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	17,9	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	17,58	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO+MARCO PVC	17,41	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA	18,06	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 8 VENTANAS P1+MARCO PVC	17,17	SÍ	✓

Tabla 21. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C1N.

Para esta zona climática se va a realizar un comentario más extenso que en los casos anteriores, los motivos principales son las peculiaridades que tiene esta zona climática y la complejidad para conseguir cumplir. Es una zona climática “intermedia”, lo que significa que no tiene ni

inviernos ni veranos extremos, estos factores influyen en que pese a que la diferencia entre la demanda del edificio objeto y la demanda límite sea pequeña, reducir la demanda sea difícil.

Como se puede observar, mejora tanto con las mejoras de aislamiento como quitando aislamiento, si por ejemplo se hubiera cogido una zona climática cálida como es la zona A3 o A4, y se hubiera añadido aislamiento el resultado habría sido peor, el motivo por el cual en este caso no sucede eso es porque la demanda por refrigeración es parecida a la de calefacción, lo que hace que afectar a una positivamente suponga un impacto negativo de magnitud similar.

Al obtenerse mejores resultados quitando aislamiento que añadiendo más, (y tal y como se puede ver la diferencia de resultado entre la mejora de aislamiento 1 y 2 es casi nula), se ha decidido optar por quitar aislamiento y más mejoras.

Quitando el aislamiento de la solera y cambiando el panel prefabricado de hormigón de la fachada, conjuntamente a la modificación del vidrio al Planistar 6/16/6 y empleando el marco de PVC se obtienen mejores resultados pero se continúa sin conseguir cumplir. Es por ello que se requerirá el empleo de lamas tanto en las fachadas laterales (este y oeste), como en la fachada principal. La solución que consigue cumplir con el menor de los recursos posibles (sin cambiar el vidrio debido al coste pues se van a poner lamas en la fachada principal), se consigue con la mejora de reducción de aislamiento, conjuntamente con esto se deberá cambiar el marco y poner lamas en todas las ventanas, exceptuando 2 de la primera planta de la fachada principal.

La conclusión relevante que hay que sacar del análisis de este caso es que es importante tener en cuenta la diferencia necesaria para cumplir, pero es necesario realizar el número de simulaciones necesarias, ya que las medidas implementadas no afectan de la misma forma en todas las zonas climáticas, ni en las distintas orientaciones.

El cambio de marco es una medida a tener en cuenta de esta zona climática en adelante, ya que a partir de C los inviernos son más exigentes, lo que hace que el reducir la transmitancia térmica produzca un efecto positivo en el resultado final.

### 6.5.2.- Orientación oeste. C10

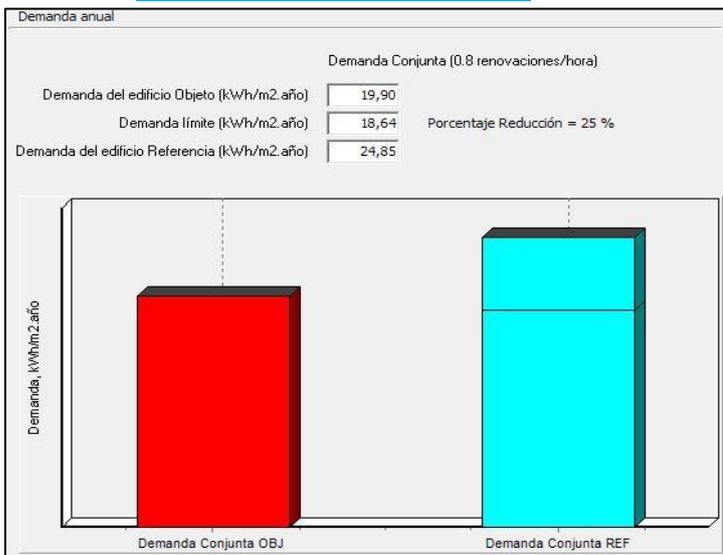


Figura 111. Resultados simulación inicial C10. Fuente: HULC.

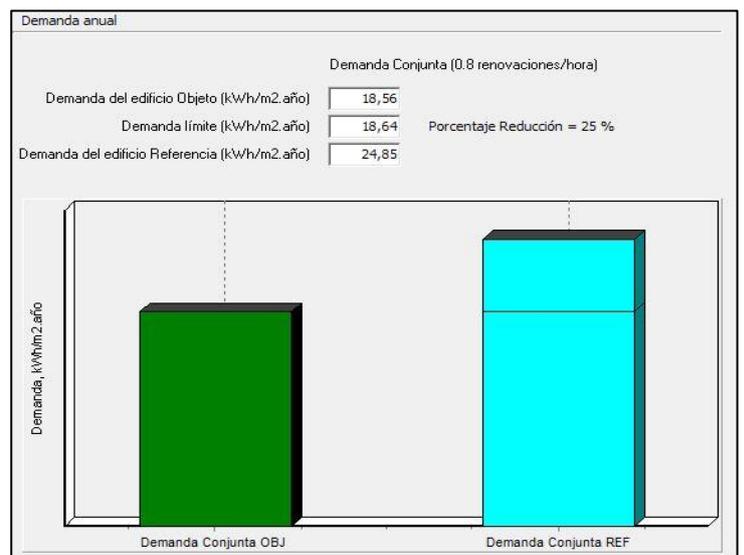


Figura 112. Resultados simulación final C10. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	19,9	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	19,33	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	19,8	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VENTANA+MARCO PVC	18,73	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	19,1	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO	19,11	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO	18,56	SÍ	✓

Tabla 22. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C10.

El cambio de orientación de norte a oeste afecta radicalmente a los resultados, ocurriendo en este caso la situación inversa, es más interesante aumentar el aislamiento que reducirlo, pues esta última medida apenas tiene efecto. Sin embargo, con la primera mejora de aislamiento no es suficiente, ya que conjuntando dicha medida con el vidrio y el marco de PVC no se consigue llegar a cumplir.

Es por ello que es necesario emplear la segunda mejora de aislamiento, de la cual se obtienen mejores resultados que usándola conjuntamente con el marco de PVC. Finalmente se consigue cumplir simplemente con la segunda mejora de aislamiento y con el cambio de vidrio al que tiene seguimiento solar.

### 6.5.3.- Orientación sur. C1S

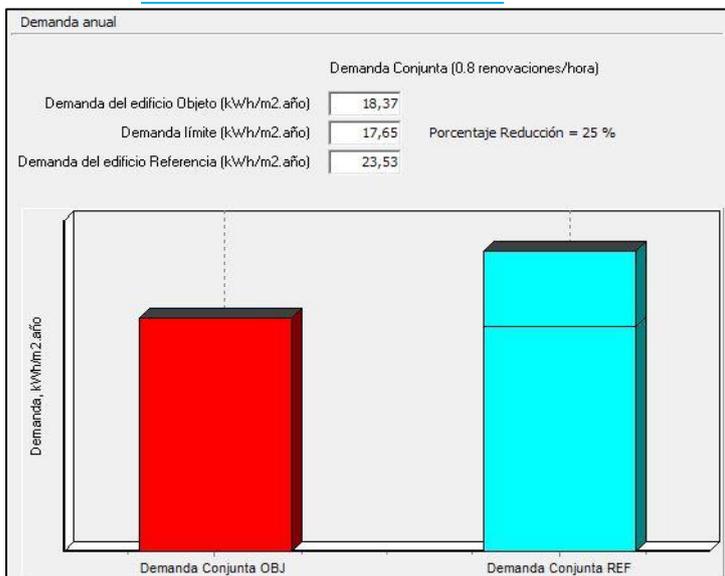


Figura 113. Resultados simulación inicial CIS. Fuente: HULC.

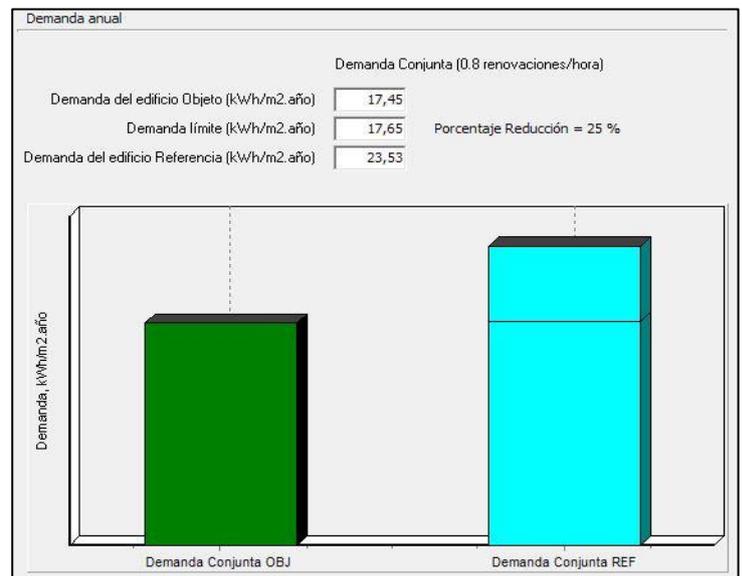


Figura 114. Resultados simulación final CIS. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	18,37	NO	-
VIDRIO+MARCO PVC	17,74	NO	-

QUITAR AISLAMIENTO	18,58	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	18,29	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC+VIDRIO	17,96	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	17,45	SÍ	✓

Tabla 23. Simulaciones realizadas y medida seleccionada CIS.

La orientación sur vuelve a ser la más fácil de conseguir cumplir, al igual que sucedía con la orientación oeste el quitar aislamiento es peor opción que la de incrementar, siendo en esta situación más notoria, debido a que incrementa el valor de la demanda del edificio objeto respecto a la situación inicial, lo que lo hace desaconsejable. Se ha seguido probando con esta opción debido a que reduciría el coste económico, pero no es posible llegar a reducir tanto empleando el nuevo vidrio y el marco de PVC.

Probando con la primera mejora de aislamiento se consigue cumplir, no siendo necesario el cambio de vidrio ni de marco, por lo que esa será la medida seleccionada.

#### 6.5.4.- Orientación este. CIE

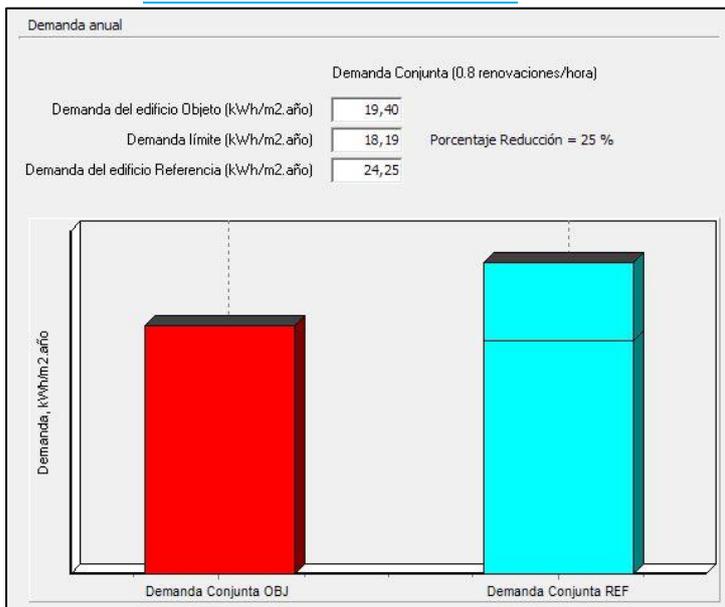


Figura 115. Resultados simulación inicial CIE. Fuente: HULC.

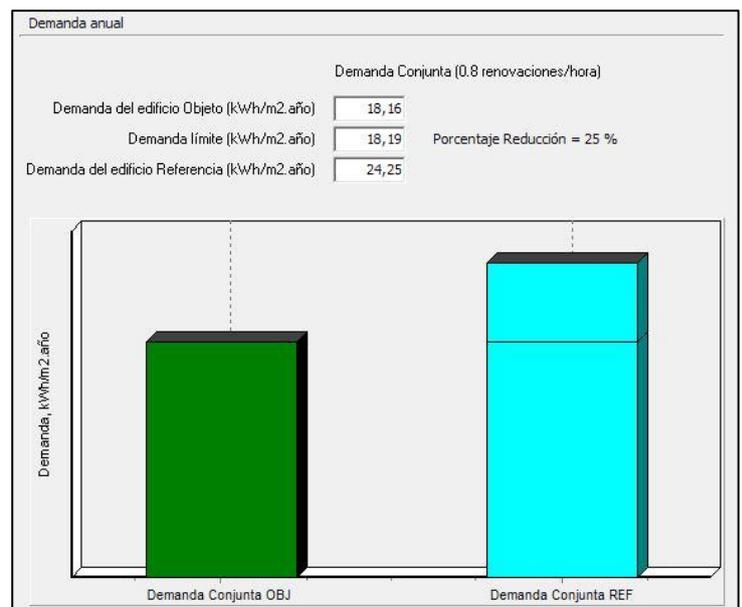


Figura 116. Resultados simulación final CIE. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	19,4	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	18,89	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO+MARCO PVC	18,34	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	19,21	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO+MARCO PVC	18,61	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	18,72	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO	18,21	NO	-

MEJORA AISLAMIENTO 3	18,89	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	18,94	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	19,24	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	19,21	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 7 VENTANAS P1+MARCO PVC	17,17	SÍ	✓

Tabla 24. Simulaciones realizadas y medida seleccionada CIE.

Ha sido necesario un gran número de simulaciones hasta llegar a una con la que cumplir el DB-HE1. Comenzando por mejoras de aislamiento, reduciendo la demanda del edificio objeto inicial, pero pese a llegar a probar incluso con la cuarta mejora de aislamiento propuesta, se está lejos de conseguir cumplir.

Por este motivo se ha proseguido simulando pero con el enfoque de quitar aislamiento, sin embargo, lo que reduce de manera significativa la demanda es la colocación de lamas en los vidrios de la fachada principal, necesitando emplear lamas en todas las ventanas a excepción de 3 del primer piso de la fachada principal.

Otro aspecto interesante a recalcar es que se consigue reducir más la demanda con la mejora de aislamiento 2 que con la 3, pues se consigue reducir en mayor manera la demanda por calefacción en los meses de invierno.

## 6.6 Simulación y resultados zona peninsular. C2

### 6.6.1.- Orientación norte. C2N

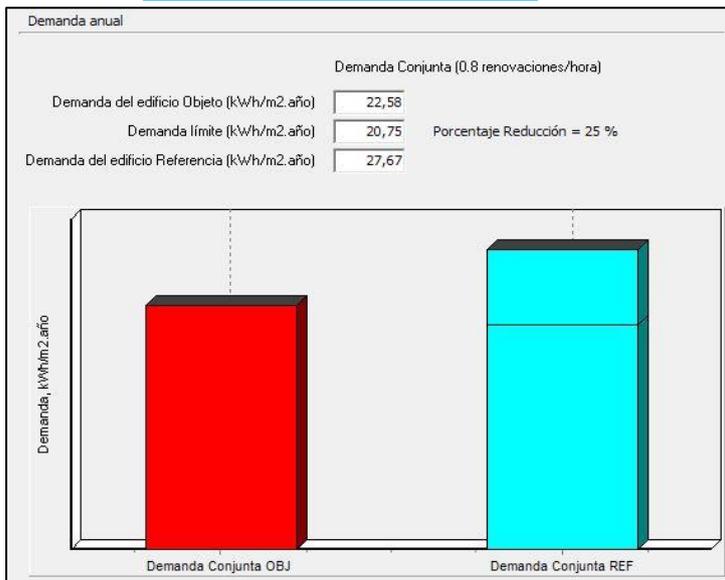


Figura 117. Resultados simulación inicial C2N. Fuente: HULC.

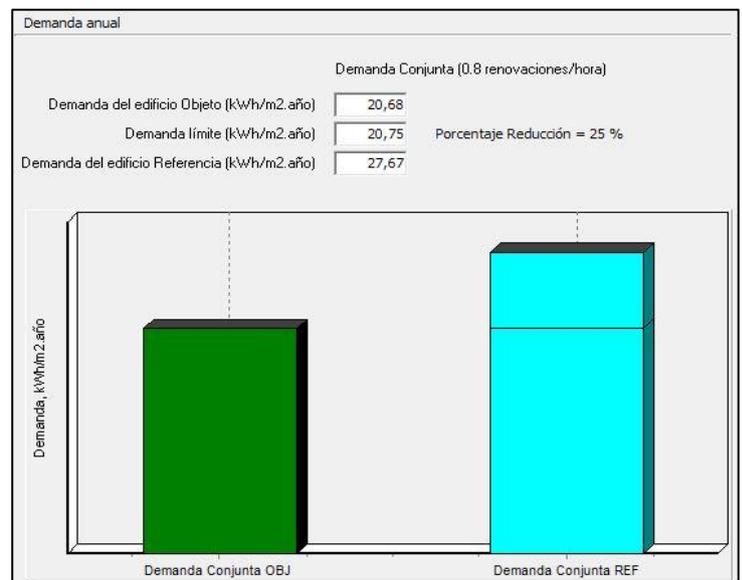


Figura 118. Resultados simulación final C2N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	22,58	NO	-

MEJORA AISLAMIENTO 1	22,55	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	21,67	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO	21,64	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO+MARCO	21,06	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	21,16	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	20,84	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	20,68	SÍ	✓

Tabla 25. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2N.

La mejora de aislamiento 1 no tiene efectos positivos prácticamente sobre los resultados, por lo que la solución a plantear será reducir el aislamiento. No se puede cumplir solo con esto, lo que hará que sea necesario emplear lamas en las fachadas este y oeste (junto con el cambio en las ventanas), no se requiere colocar en la fachada principal por lo que el impacto visual no será muy notorio.

### 6.6.2.- Orientación oeste. C2O

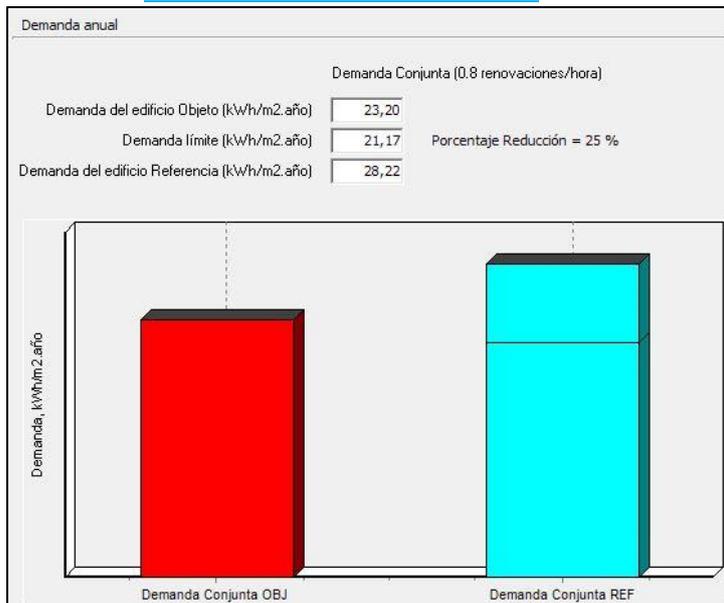


Figura 119. Resultados simulación inicial C2O. Fuente: HULC.

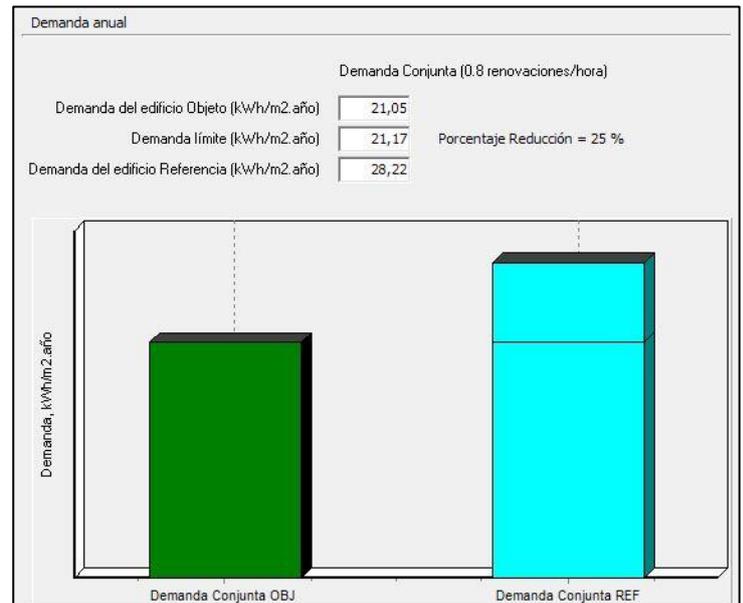


Figura 120. Resultados simulación final C2O. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	23,2	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	22,77	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	22,67	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	22,67	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO	22,53	NO	-

QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO+MARCO	21,96	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	22,57	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	22,45	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO+MARCO PVC	21,76	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 6 VENTANAS P1+MARCO PVC	21,05	SÍ	✓

Tabla 26. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2O.

Se requiere emplear más medidas que en el caso anterior, puesto que con la misma medida que se ha empleado en el caso anterior no se logra el objetivo. Con lamas en la fachada principal si se consigue cumplir con la reducción de demanda requerida.

### 6.6.3.- Orientación sur. C2S

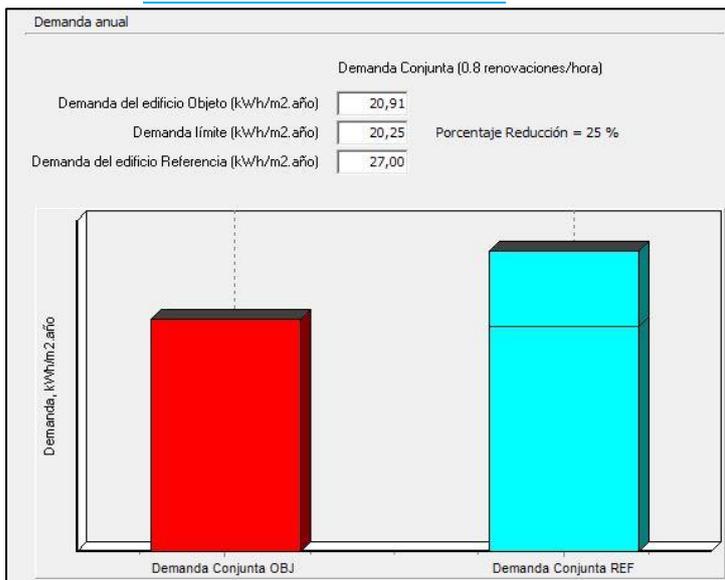


Figura 121. Resultados simulación inicial C2S. Fuente: HULC.

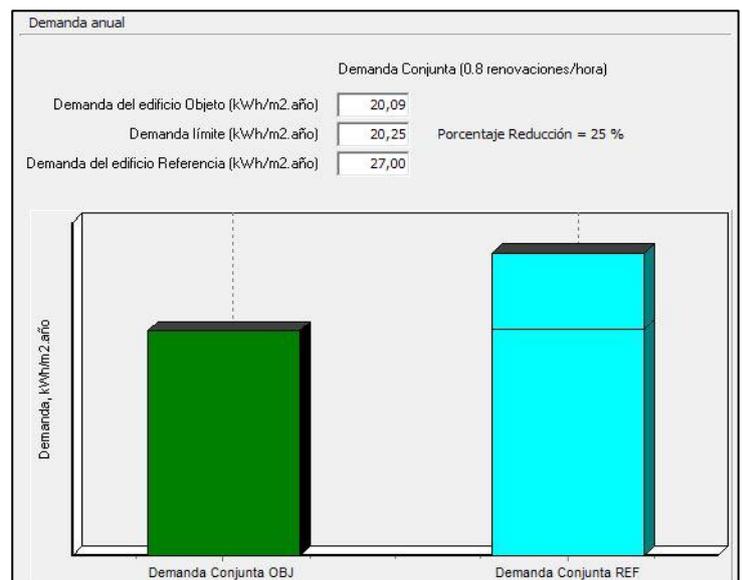


Figura 122. Resultados simulación final C2S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	20,91	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	20,15	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	20,74	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	20,34	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO+MARCO	20,09	SÍ	✓

Tabla 27. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2S.

El cambio de marco mejora los resultados y es necesario para no requerir el empleo de lamas en las ventanas.

La orientación sur vuelve a ser la más recomendable, se consigue evitar el impacto visual negativo que producen las lamas, precisando únicamente de la reducción de aislamiento y los cambios de vidrio y marco.

6.6.4.- Orientación este. C2E

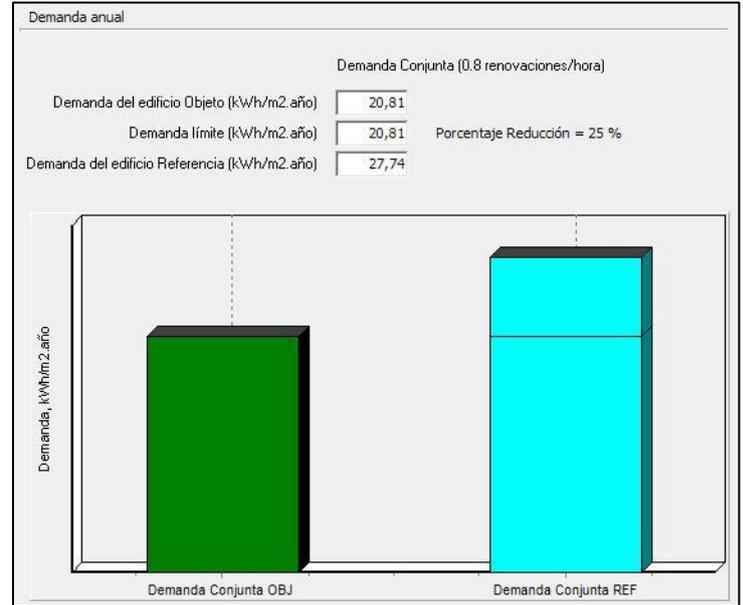
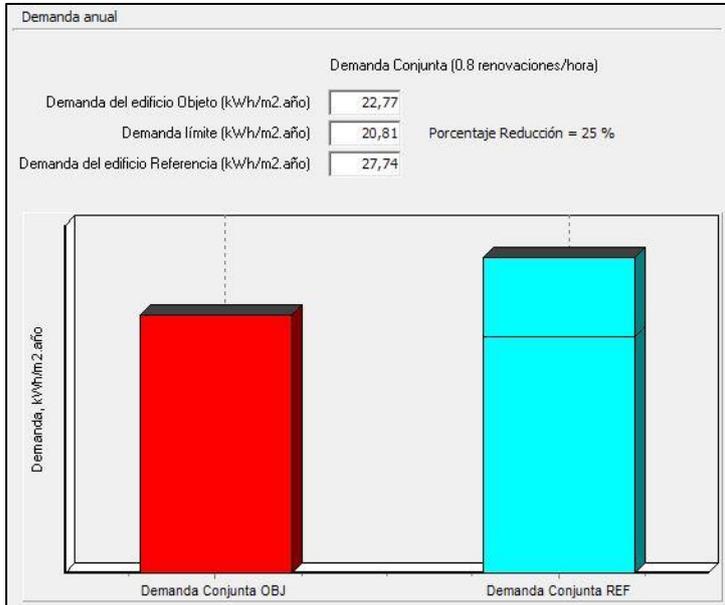


Figura 124. Resultados simulación inicial C2E. Fuente: HULC.

Figura 123. Resultados simulación final C2E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	22,77	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	22,39	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	22,31	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	22,16	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	21,99	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	21,93	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO+MARCO PVC	21,27	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 6 VENTANAS P1+MARCO PVC	20,81	SÍ	✓

Tabla 28. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C2E.

No existen diferencias reseñables entre la orientación este y oeste, siendo finalmente la medida seleccionada la misma para ambas situaciones. Las mejoras de aislamiento no ayudan prácticamente a reducir la demanda, y es por ello que se han descartado al comienzo de las simulaciones.

## 6.7 Simulación y resultados zona peninsular. C3

### 6.7.1.- Orientación norte. C3N

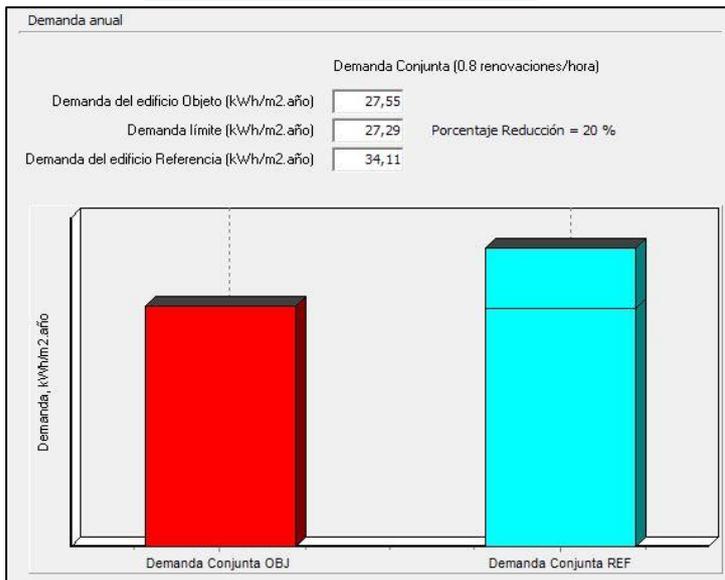


Figura 125. Resultados simulación inicial C3N. Fuente: HULC.

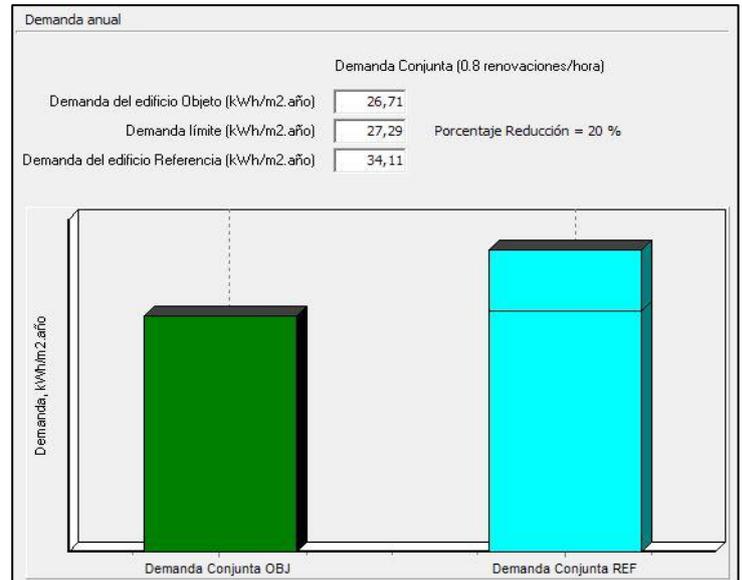


Figura 126. Resultados simulación final C3N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	27,55	NO	-
MARCO PVC	27,51	NO	-
VIDRIO	26,9	SÍ	-
QUITAR AISLAMIENTO	26,71	SÍ	✓

Tabla 29. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C3N.

La zona climática C3 es una de las más favorables teniendo en cuenta la concepción original del edificio, por lo que la implantación del edificio en esta zona climática sería muy aconsejable. Al respecto de la orientación norte, existen multitud de opciones para conseguir la finalidad de cumplir con la demanda, pese a que el cambio de marco prácticamente no tiene efecto, cambiando el vidrio de las ventanas se logra cumplir.

El cambio de vidrio sería la medida seleccionada, pero se ha simulado otra opción mejor, que es la de no poner aislamiento en la solera, con lo que se cumple directamente, y el coste sería menor debido al ahorro en aislante de poliestireno.

6.7.2.- Orientación oeste. C30

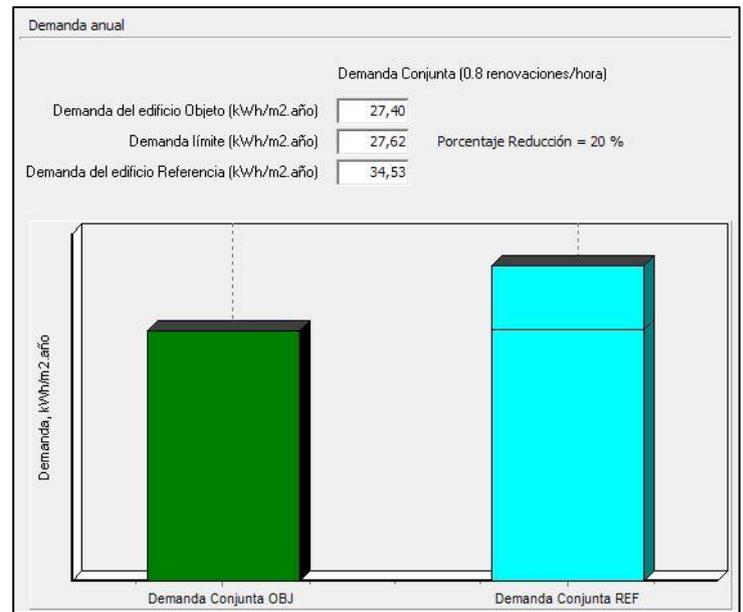
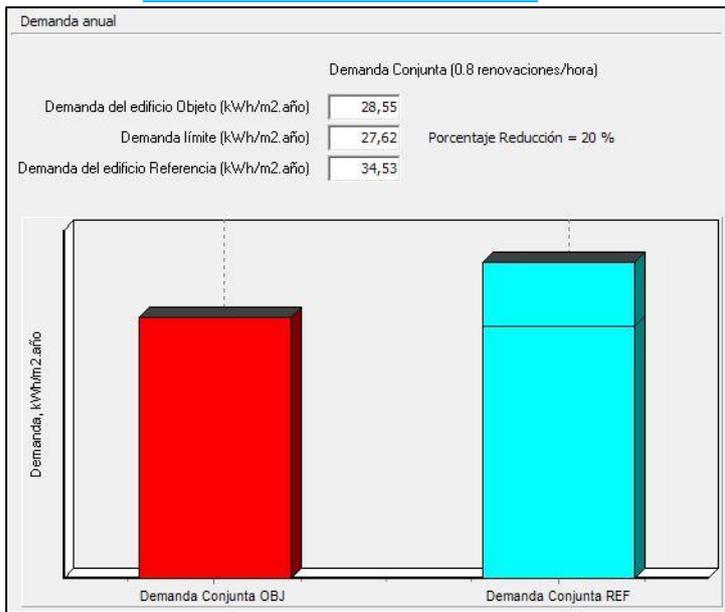


Figura 128. Resultados simulación inicial C30. Fuente: HULC.

Figura 127. Resultados simulación final C30. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	28,55	NO	-
VIDRIO	27,89	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	28,01	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	27,84	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO	27,14	SÍ	-
VIDRIO+MARCO PVC	27,06	SÍ	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	27,4	SÍ	✓

Tabla 30. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C30.

Conseguir reducir el 20% de la demanda del edificio de referencia es más complicado que en la orientación norte, y tal y como se puede apreciar, esta vez no se consigue cumplir empleando la mejora de vidrio o quitando aislamiento de la solera como sucedía en el caso anterior.

Este hecho no ha impedido implementar múltiples alternativas, y es que, al ser una zona intermedia se consigue mejorar los resultados iniciales tanto quitando aislamiento como empleando la mejora de aislamiento 1. El criterio prevaleciente para escoger entre las 3 alternativas que cumplen ha sido el económico, aunque todas las opciones son perfectamente válidas para cumplir con la finalidad del estudio.

6.7.3.- Orientación sur. C3S

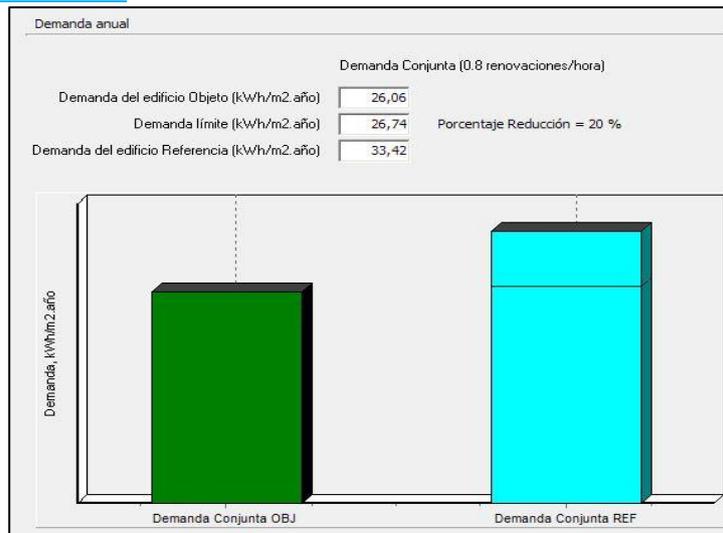


Figura 129. Resultados simulación inicial y final C3S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	26,06	SÍ	✓

Tabla 31. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C3S.

Como sucedía con B3S y B4S no se requiere ninguna modificación al diseño inicial, podría plantearse la reducción de aislamiento, ya que ello reduciría el coste económico y la demanda, pero se ha preferido respetar el diseño inicial cuando no se requiere ninguna modificación.

6.7.4.- Orientación este. C3E

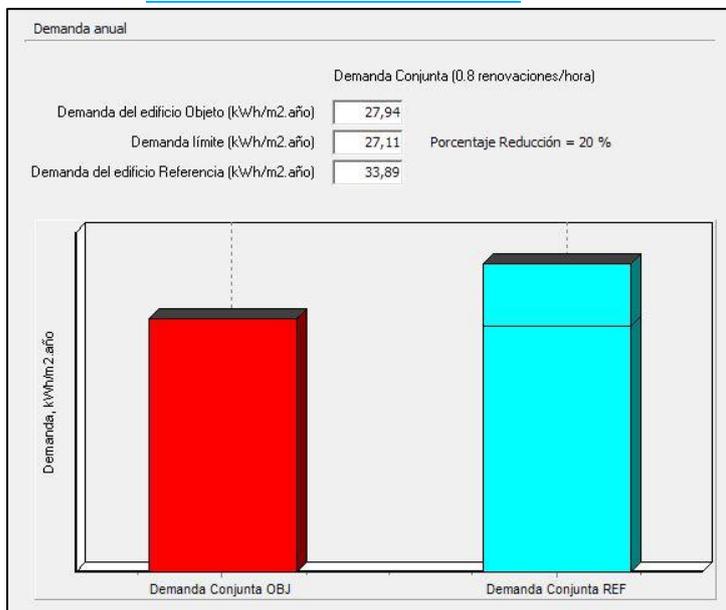


Figura 130. Resultados simulación inicial C3E. Fuente: HULC.

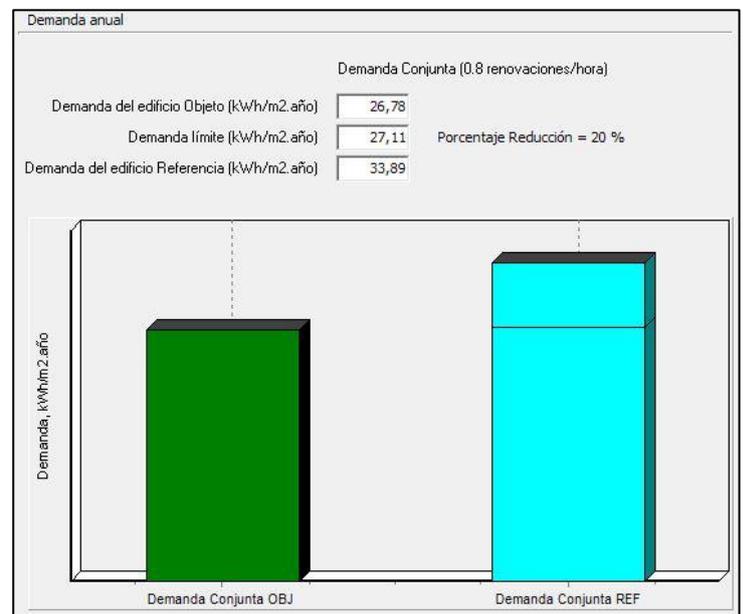


Figura 131. Resultados simulación final C3E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	27,94	NO	-

VIDRIO+MARCO PVC	27,16	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	27,27	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+MARCO PVC	27,21	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO	26,61	SÍ	-
QUITAR AISLAMIENTO	27,35	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	27,21	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	26,78	SÍ	✓

Tabla 32. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C3E.

Para la zona climática C3 la orientación más ardua de rebajar la demanda es la orientación este, donde se ha probado el mayor número posible de combinaciones, logrando cumplir en solo dos de ellas.

En ambas dos opciones se necesita el cambio de vidrio a uno con control solar, escogiendo entre aumentar el aislamiento en fachada, cubierta y solera, o quitar el aislamiento de la solera y reducir el panel prefabricado de hormigón de la fachada, se ha escogido esta última opción.

## 6.8 Simulación y resultados zona peninsular. C4

### 6.8.1.- Orientación norte. C4N

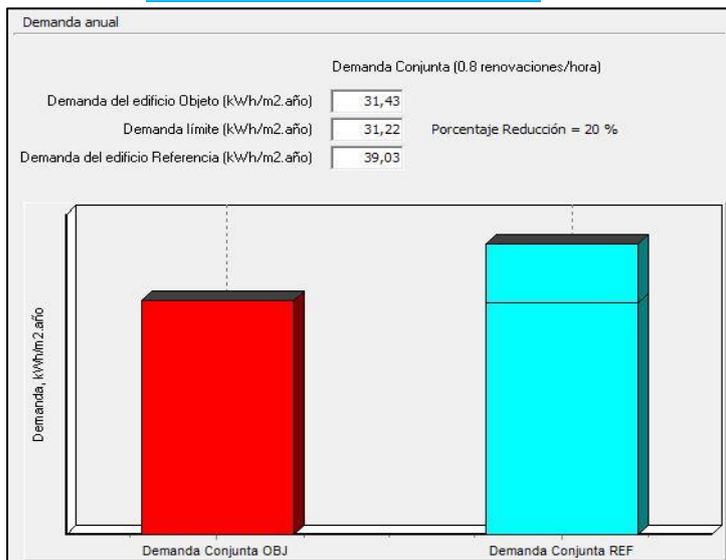


Figura 133. Resultados simulación inicial C4N. Fuente: HULC.

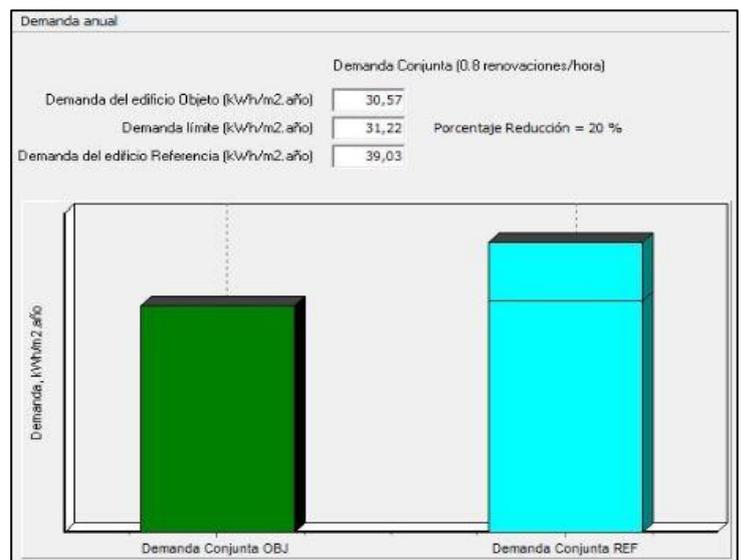


Figura 132. Resultados simulación final C4N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	31,43	NO	-
MARCO PVC	31,34	NO	-
VIDRIO	30,7	SÍ	-
QUITAR AISLAMIENTO	30,57	SÍ	✓

Tabla 33. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4N.

Se prosigue con la zona climática C4, de características muy similares a la C3. Al ser una zona con veranos muy calurosos e inviernos fríos pero no extremos, el cambiar el marco no tiene demasiado impacto en los resultados.

Al respecto de cuál debería ser la medida seleccionada, no hay duda, ya que la demanda del edificio objeto es menor quitando aislamiento y constructivamente es fácil y económico de implementar.

### 6.8.2.- Orientación oeste. C4O

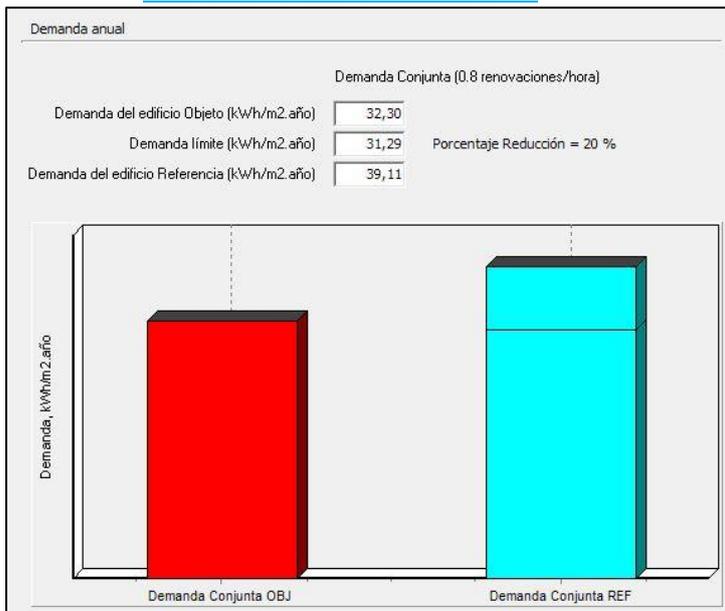


Figura 134. Resultados simulación inicial C4O. Fuente: HULC.

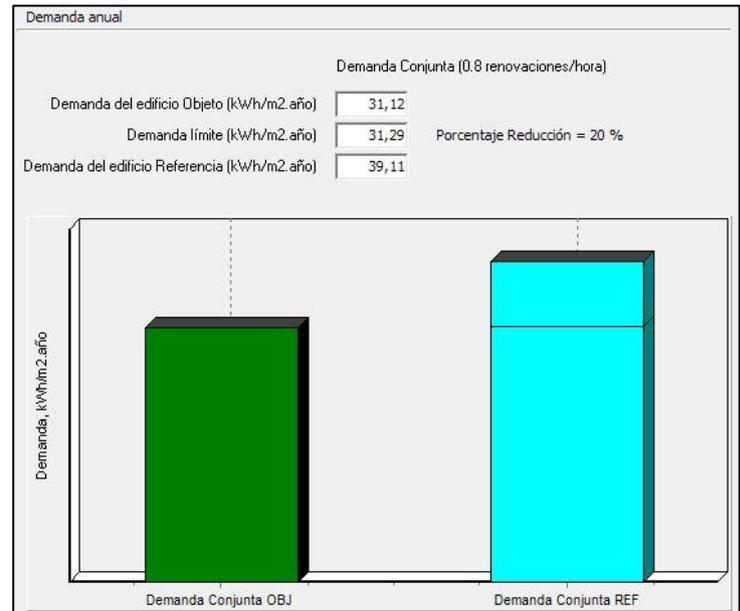


Figura 135. Resultados simulación final C4O. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	32,3	NO	-
VIDRIO+MARCO PVC	31,38	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	31,35	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO	30,61	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+MARCO PVC	31,24	SÍ	-
QUITAR AISLAMIENTO	31,78	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	31,61	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	31,12	SÍ	✓

Tabla 34. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4O.

Realizando el mayor número de combinaciones posibles se intenta rebajar la demanda por debajo de los 31,29 kWh/m<sup>2</sup> requeridos. La mejora de aislamiento inicial tiene mayor efecto que la reducción de aislamiento, sin embargo, ambas dos precisan de la sustitución del vidrio de las ventanas o del cambio de marco para el primer caso, por los motivos que se han ido explicando a lo largo del trabajo se escoge la segunda opción.

6.8.3.- Orientación sur. C4S

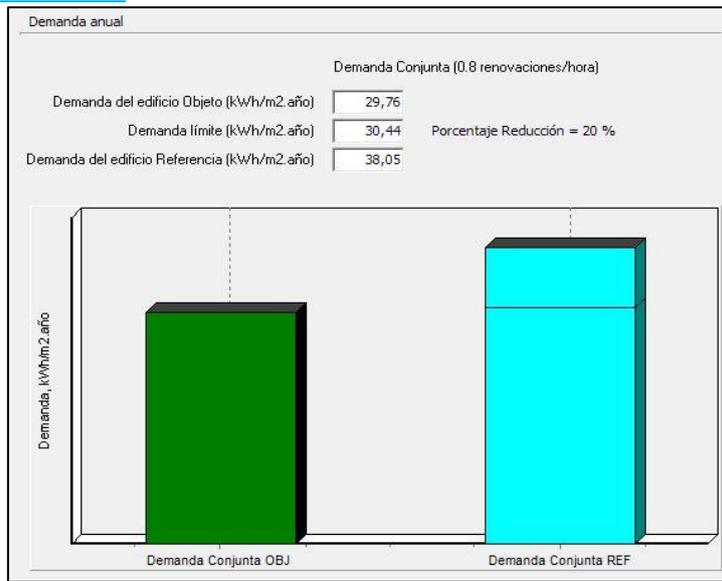


Figura 136. Resultados simulación inicial y final C4S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	29,76	SÍ	✓

Tabla 35. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4S.

Vuelve a darse la situación en la cual se consigue una demanda del edificio objeto por debajo de la demanda límite sin ninguna modificación. Son las 4 excepciones: B3S, B4S, C3S y C4S de las 60 analizadas.

6.8.4.- Orientación este. C4E

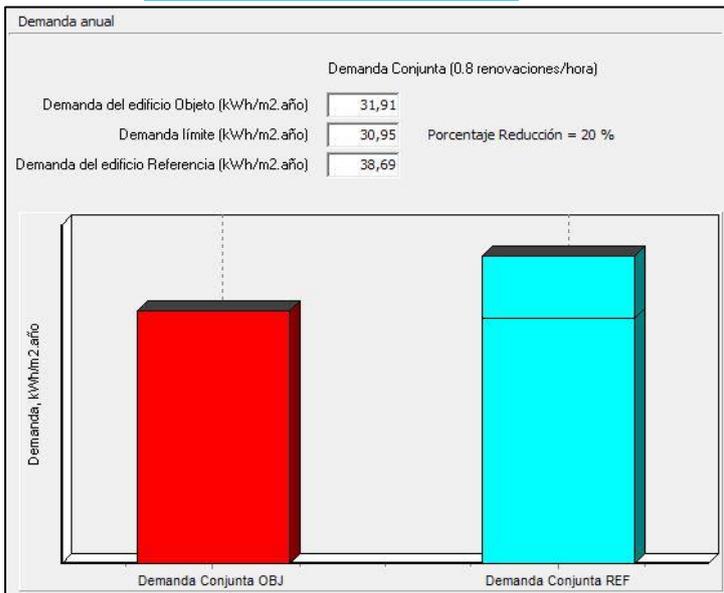


Figura 138. Resultados simulación inicial C4E. Fuente: HULC.

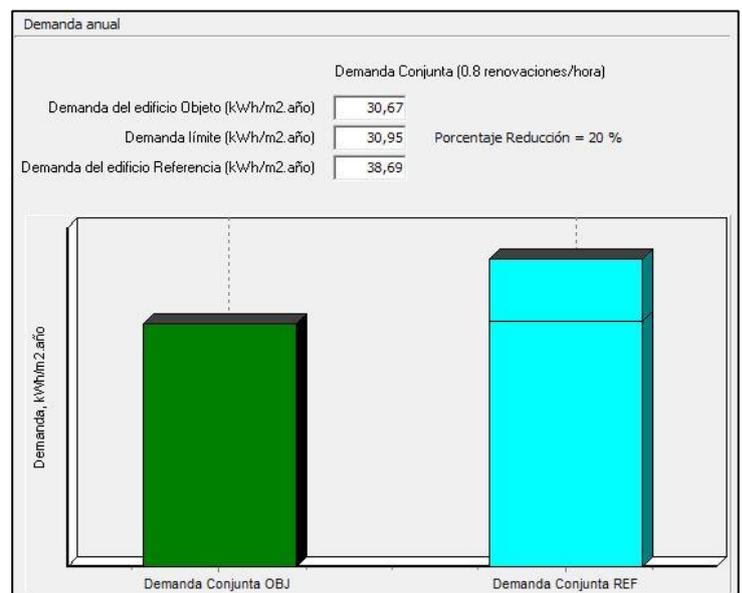


Figura 137. Resultados simulación final C4E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	31,91	NO	-

VIDRIO+MARCO PVC	31,02	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	31,01	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO	30,28	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+MARCO	30,91	SÍ	-
QUITAR AISLAMIENTO	31,3	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+MARCO PVC	31,13	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	30,67	SÍ	✓

Tabla 36. Simulaciones realizadas y medida seleccionada C4E.

Se tiene una situación análoga a la que sucede con la orientación oeste, de esta forma, la decisión constructiva que se implantaría sería la de suprimir el aislamiento en la solera, conjuntamente con la reducción del panel de hormigón a un total de 12 cm, y el cambio de vidrio de las ventanas.

## 6.9 Simulación y resultados zona peninsular. D1

### 6.9.1.- Orientación norte. DIN

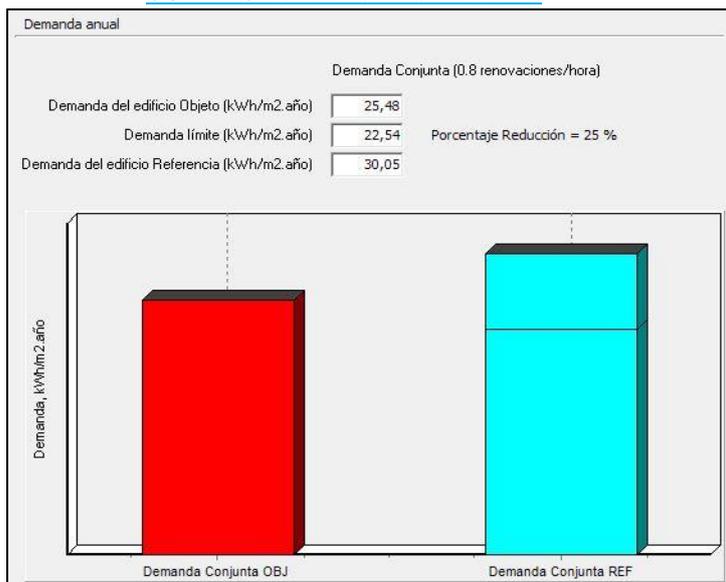


Figura 139. Resultados simulación inicial DIN. Fuente: HULC.

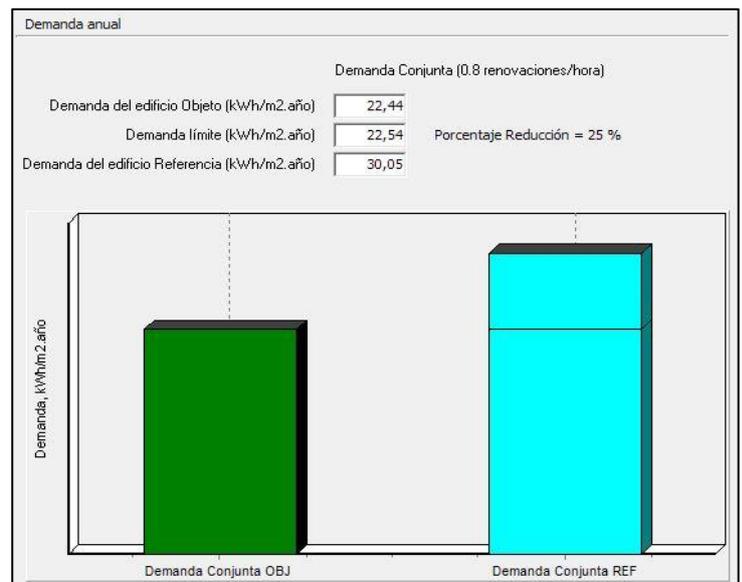


Figura 140. Resultados simulación final DIN. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	25,48	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	24,13	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	23,35	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	23,41	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	23,08	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO	22,59	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 5	22,96	NO	-

MEJORA AISLAMIENTO 5+VIDRIO	22,44	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO+MARCO PVC	22,44	SÍ	✓

Tabla 37. Simulaciones realizadas y medida seleccionada DIN.

La zona climática D es la segunda más exigente en invierno, por lo que las mejoras deberán centrarse en incrementar el aislamiento, reduciendo así la transmitancia térmica. Como se puede ver conforme se ha ido incrementando el aislamiento se ha ido reduciendo la demanda.

Se ha conseguido cumplir de dos formas distintas, con el aislamiento 4 junto con el vidrio y el marco de pvc y empleando la última mejora de aislamiento conjuntamente con el vidrio. Por motivos económicos tal y como se ha visto, se ha elegido la primera opción mencionada.

### 6.9.2.- Orientación oeste. D10

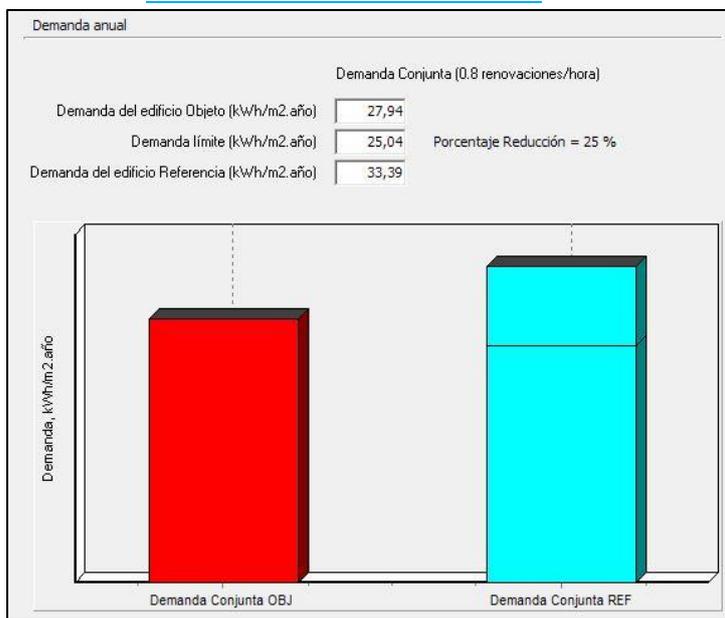


Figura 141. Resultados simulación inicial D10. Fuente: HULC.

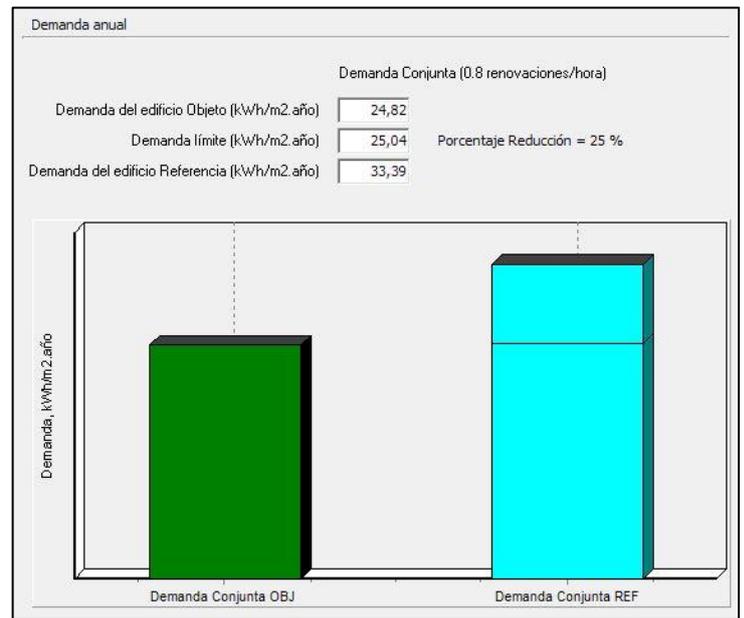


Figura 142. Resultados simulación final D10. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	27,94	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	26,29	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO+MARCO PVC	25,4	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	25,38	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	25,46	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	23,08	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC	24,97	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO	24,82	SÍ	✓

Tabla 38. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D10.

Se ha seguido el mismo razonamiento, pero esta vez las mejoras tienen un efecto positivo mayor, lo que hace que sea más sencillo estar por debajo de la demanda límite.

Se ha vuelto a obtener dos soluciones constructivas diferentes, emplear la mejora de aislamiento 2 junto con el vidrio de control solar, o emplear directamente la cuarta mejora de aislamiento. Si bien es cierto que la mejora de aislamiento 4 consigue reducir en mayor medida la demanda, ha prevalecido el criterio económico como ya se ha mencionado.

### 6.9.3.- Orientación sur. D1S

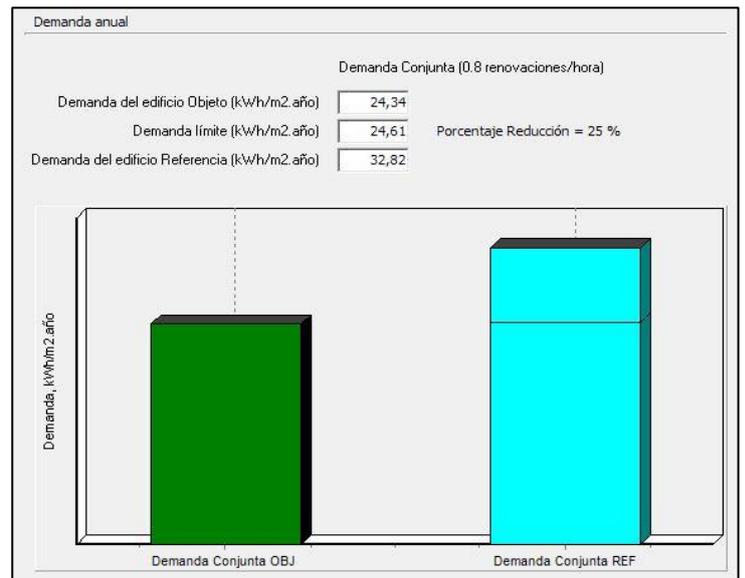
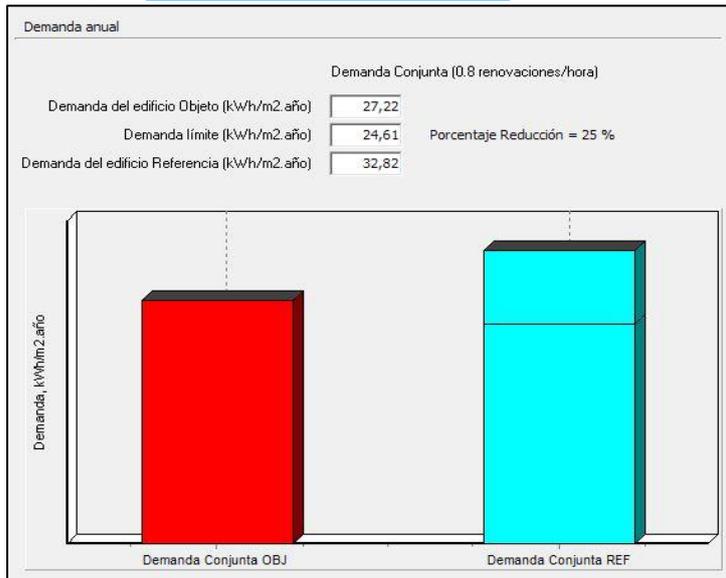


Figura 144. Resultados simulación inicial DIS. Fuente: HULC.

Figura 143. Resultados simulación final DIS. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	27,22	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	25,23	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1 +MARCO PVC	24,79	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1 +VIDRIO	24,8	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	24,16	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 1 +VIDRIO+ MARCO PVC	24,34	SÍ	✓

Tabla 39. Simulaciones realizadas y medida seleccionada DIS.

La modificación de la orientación a la sur trae consecuencias positivas, se han vuelto a realizar un amplio número de simulaciones, con el objetivo de poder comparar diferentes opciones.

Con la mejora de aislamiento 1 se consigue reducir en gran medida la demanda, lo que hace que no se tenga que reducir mucho más para cumplir, probando con las mejoras de cambio de marco y vidrio por separado, se comprueba que los efectos que producen son prácticamente iguales. Por ello, se consigue cumplir aplicando ambas mejoras a la vez que se aumenta el aislamiento. Otra opción sería la de emplear la mejora de aislamiento 2, cuyo coste sería superior.

### 6.9.4.- Orientación este. D1E

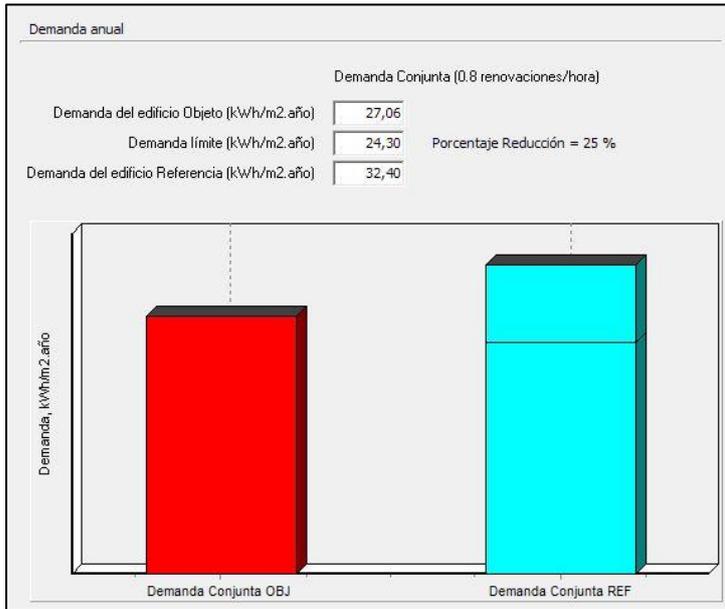


Figura 146. Resultados simulación inicial D1E. Fuente: HULC.

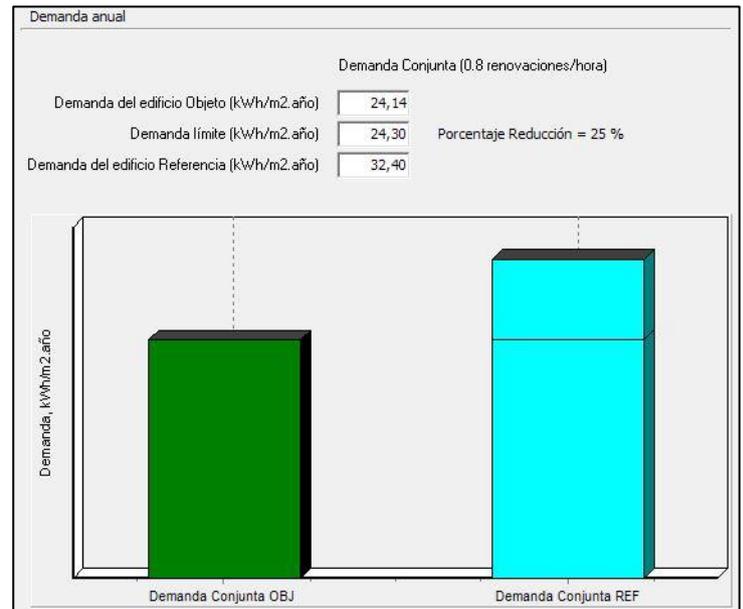


Figura 145. Resultados simulación final D1E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	27,06	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	25,49	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO+MARCO PVC	24,67	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	24,64	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC	24,39	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	24,73	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	24,27	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO	24,14	SÍ	✓

Tabla 40. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D1E.

Para finalizar con la zona climática D1 se realiza la simulación con la orientación este, obteniendo la misma solución constructiva que en la orientación oeste.

Es importante mencionar un aspecto, y es que para zonas muy frías, las mejora de aislamiento 1 suele dar mejor resultado que las demás en comparación, la explicación es debido a que conforme se va mejorando, menor impacto producirán sucesivos cambios debido a que se está más cerca de un valor óptimo.

## 6.10 Simulación y resultados zona peninsular. D2

### 6.10.1.- Orientación norte. D2N

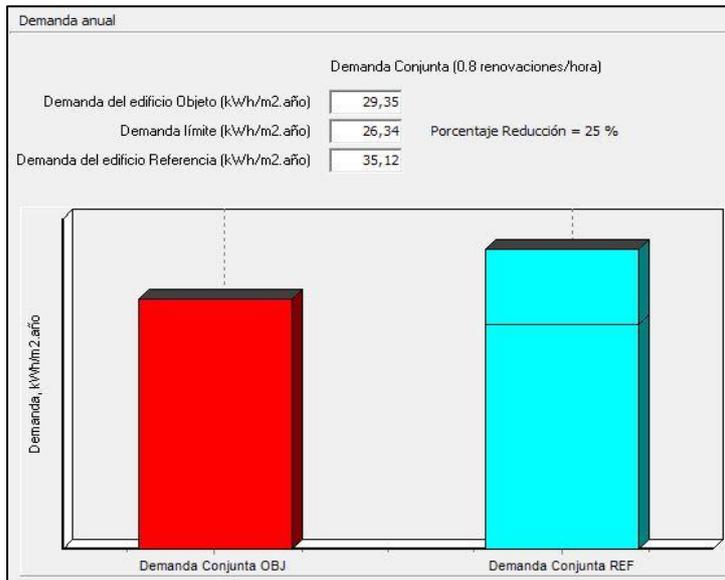


Figura 148. Resultados simulación inicial D2N. Fuente: HULC.

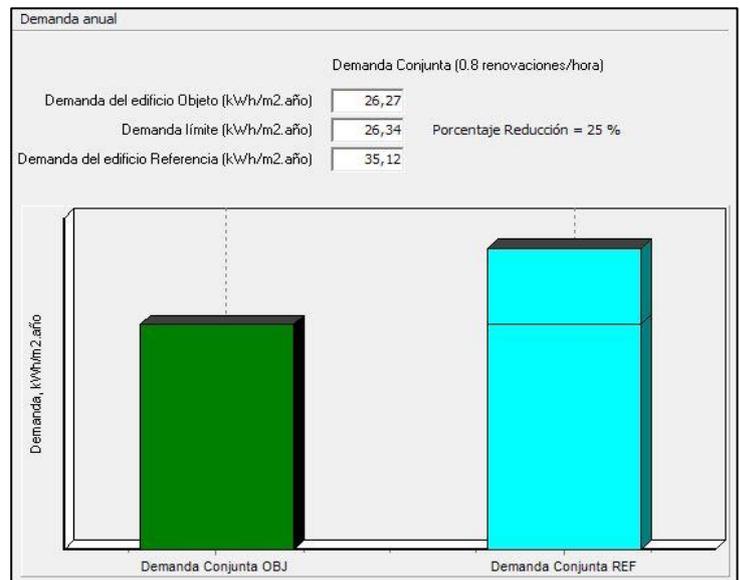


Figura 147. Resultados simulación final D2N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	29,35	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	27,95	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	27,16	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC	27	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC+VIDRIO	26,39	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	27,23	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	26,87	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+MARCO PVC	26,76	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO	26,27	SÍ	✓

Tabla 41. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D2N.

La principal diferencia respecto a la zona climática anterior es que ahora, los veranos son más cálidos, el impacto que ello tiene en las simulaciones, es que el aumentar el aislamiento tiene menos efecto que previamente, pese a ello se obtienen resultados similares.

En este caso no es necesario cambiar el marco de las ventanas, lo cual es positivo ya que el coste es menor, y estéticamente el marco metálico luce mejor.

6.10.2.- Orientación norte. D20

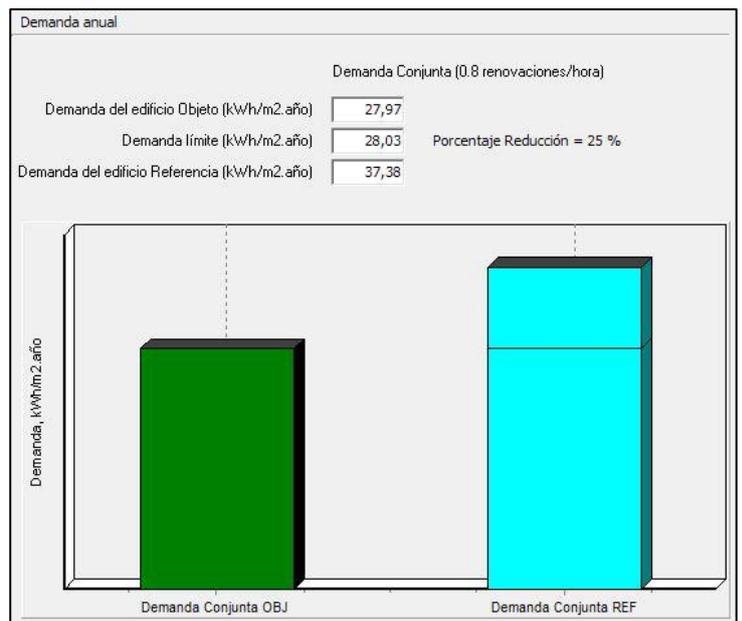
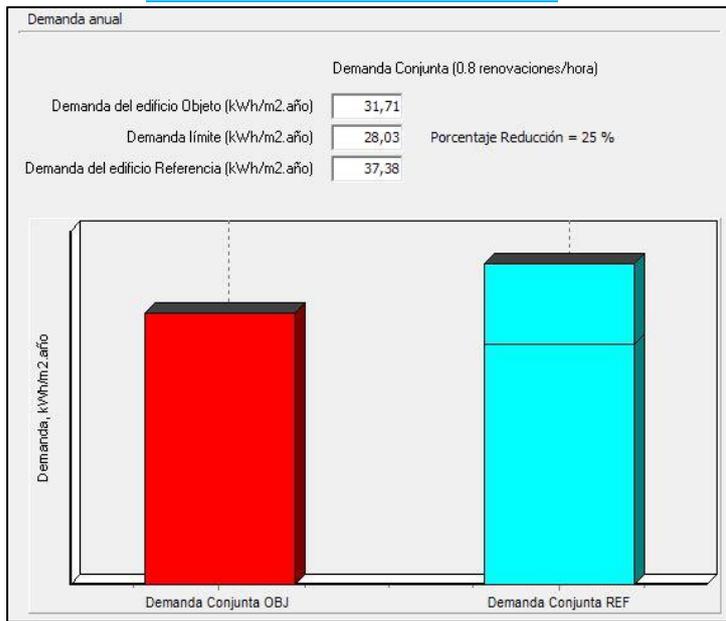


Figura 150. Resultados simulación inicial D20. Fuente: HULC.

Figura 149. Resultados simulación final D20. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	31,71	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	29,99	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	29,06	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO	28,41	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC+VIDRIO	28,11	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	29,15	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	28,63	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+MARCO PVC	28,39	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO	27,97	SÍ	✓

Tabla 42. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D20.

Prosiguiendo con los casos a analizar, contrariamente con lo que sucedía con la orientación norte, esta zona climática es más difícil de resolver que la previa (D1) en la orientación oeste.

Así pues, no se podrá cumplir con la mejora de aislamiento 2 de ninguna forma, ni si quiera con la cuarta mejora de aislamiento 4 únicamente. La opción que minimiza el coste a la vez que se consigue cumplir, será el acompañar la mejora de aislamiento 4 con la del cambio de vidrio, haciendo de ésta la medida seleccionada.

6.10.3.- Orientación sur. D2S

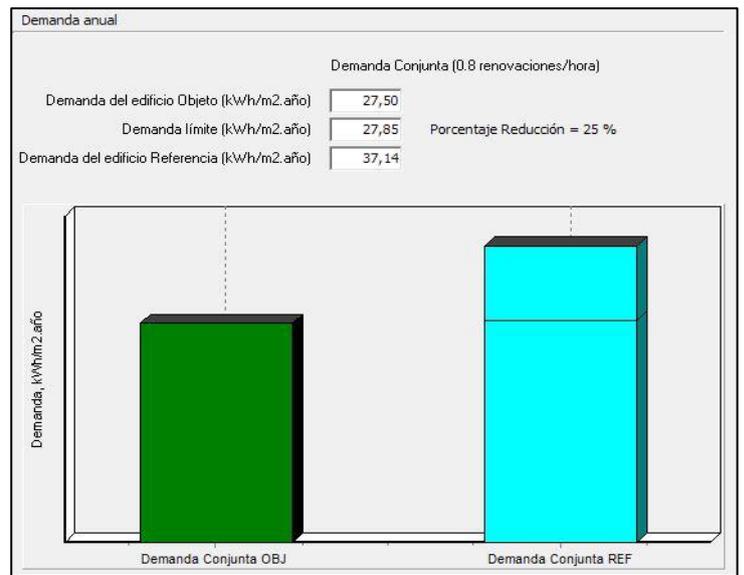
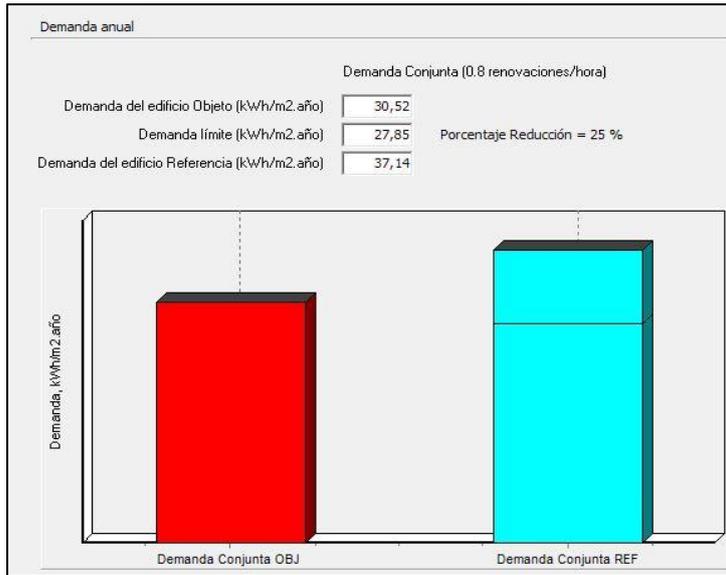


Figura 152. Resultados simulación inicial D2S. Fuente: HULC.

Figura 151. Resultados simulación final D2S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	30,52	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	28,47	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1 +MARCO PVC	28,02	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1 +VIDRIO	27,97	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	27,36	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 1 +VIDRIO+MARCO PVC	27,5	SÍ	✓

Tabla 43. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D2S.

En lo referente a la orientación sur, no se aprecian cambios respecto a la zona climática anterior, volviendo a tener como dos posibles opciones la de emplear la mejora de aislamiento 2, o la primera mejora junto con el cambio tanto de marco como de vidrio. Tal y como se ha comentado previamente, se tiene que elegir un criterio cuando se tiene que decidir entre varias opciones, y ya que no es requerido rebajar en mayor medida la demanda del edificio objeto, se opta por centrarse en el criterio económico, el cual tiene gran peso en las decisiones de todo este tipo de medidas.

6.10.4.- Orientación este. D2E

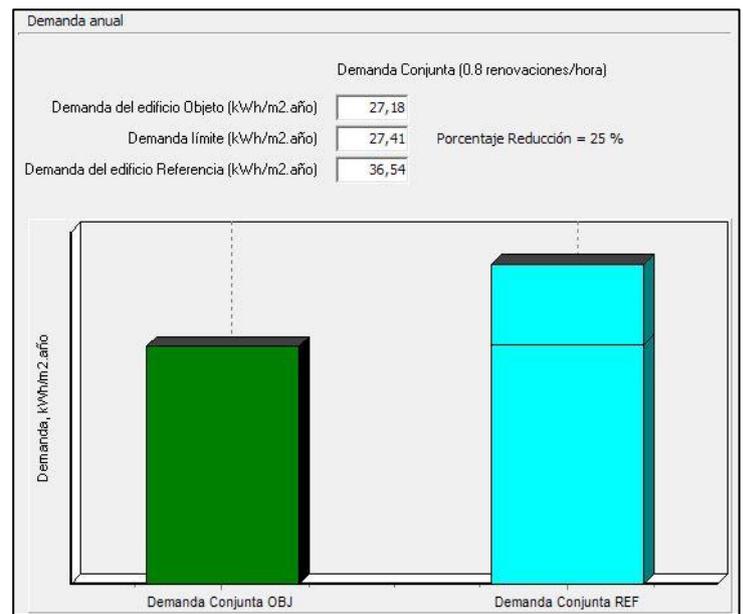
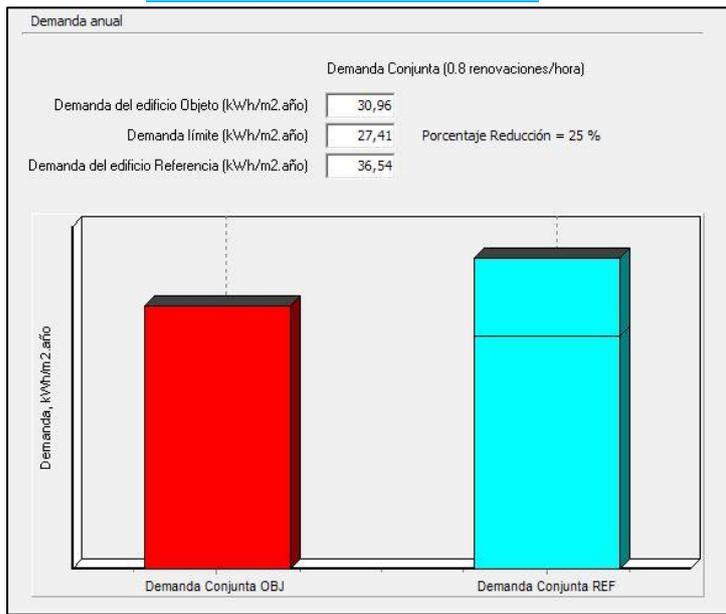


Figura 154. Resultados simulación inicial D2E. Fuente: HULC.

Figura 153. Resultados simulación final D2E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	30,96	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	29,31	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	28,45	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO	27,8	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC+VIDRIO	27,56	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	28,54	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	28,05	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+MARCO PVC	27,83	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO	27,42	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO+MARCO PVC	27,18	SÍ	✓

Tabla 44. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D2E.

Para la zona climática D2 la orientación este es la más desfavorable de todas, ya que no sólo no cumple con la cuarta mejora de aislamiento, si no que requiere del cambio de las ventanas y del marco.

Otra opción que se podría haber planteado es el empleo de la última mejora de aislamiento, pero no es necesario y su importe es superior, de ahí que no se haya tenido en cuenta.

## 6.11 Simulación y resultados zona peninsular. D3

### 6.11.1.- Orientación norte. D3N

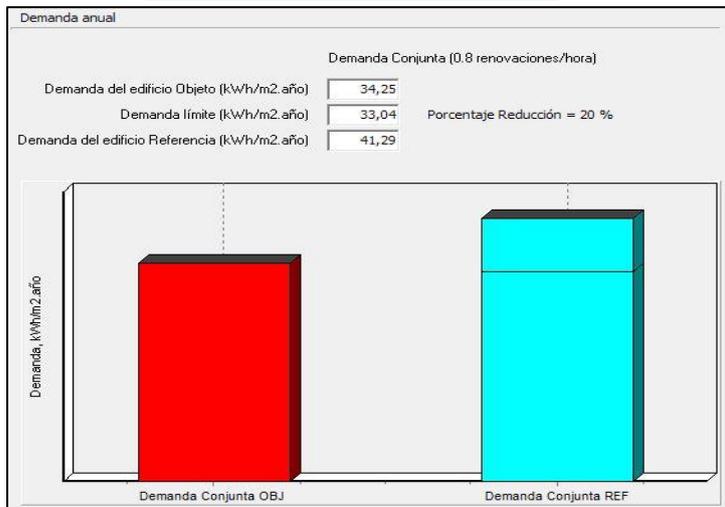


Figura 156. Resultados simulación inicial D3N. Fuente: HULC.

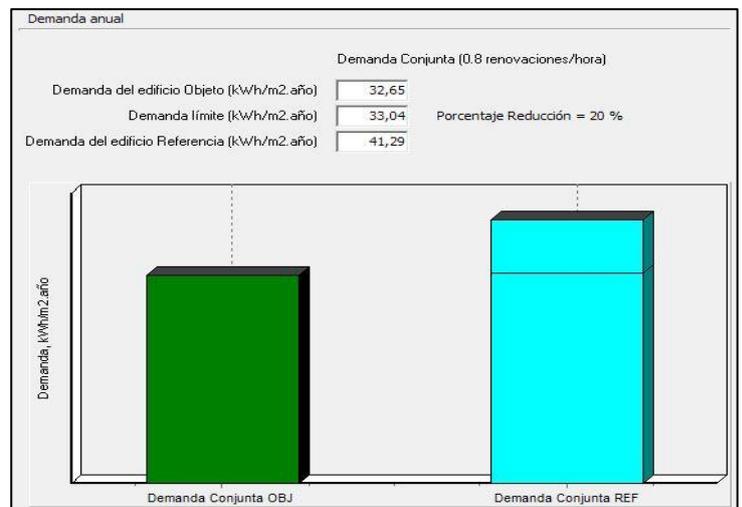


Figura 155. Resultados simulación final D3N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	34,25	NO	-
VIDRIO	33,7	NO	-
MARCO PVC	33,96	NO	-
MARCO PVC+VIDRIO	33,3	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	32,65	SÍ	✓

Tabla 45. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D3N.

Lo primero importante a recalcar, es que es mucho más sencillo cumplir que en las dos zonas climáticas anteriores. De hecho, se puede ver reflejado en que la demanda del edificio objeto en el caso inicial es similar a la demanda límite, el motivo es que el edificio está construido pensado en su localización inicial (B3), es decir, para zonas con veranos de temperaturas elevadas. Lo mismo sucede aquí, salvo que los inviernos tendrán temperaturas más bajas (más extremos), para subsanar esto último se ha añadido la primera mejora de aislante, consiguiendo rebajar la demanda lo suficiente. Sin modificar la envolvente no se ha podido cumplir.

6.11.2.- Orientación oeste. D30

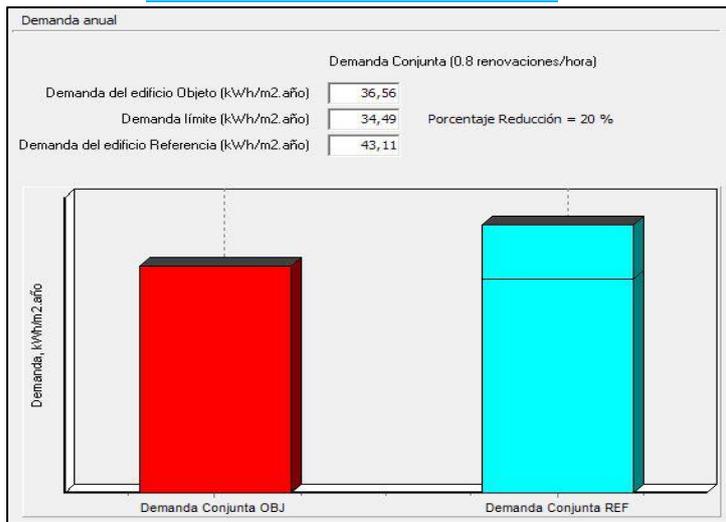


Figura 157. Resultados simulación inicial D30. Fuente: HULC.

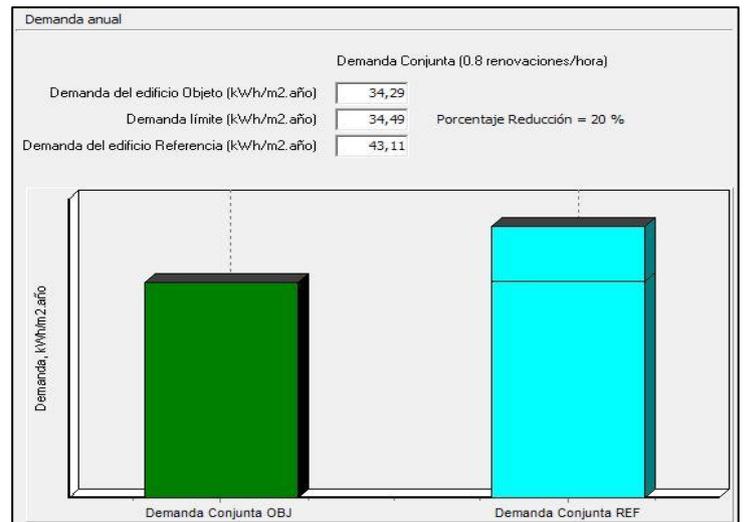


Figura 158. Resultados simulación final D30. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	36,56	NO	-
MARCO PVC+VIDRIO	35,44	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	34,67	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	34,29	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+MARCO PVC	33,63	SÍ	✓

Tabla 46. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D30.

Como sucede en multitud de zonas climáticas, la orientación este es algo más desfavorable que la norte. Se necesita rebajar la demanda del edificio objeto en mayor medida, lo que hace que no sea suficiente para cumplir el emplear la primera mejora de aislamiento. Por ello, se han vuelto a contemplar dos opciones, la segunda mejora de aislamiento, o la primera más el cambio de marco. Por razones de coste se escoge la última mencionada.

6.11.3.- Orientación sur. D3S

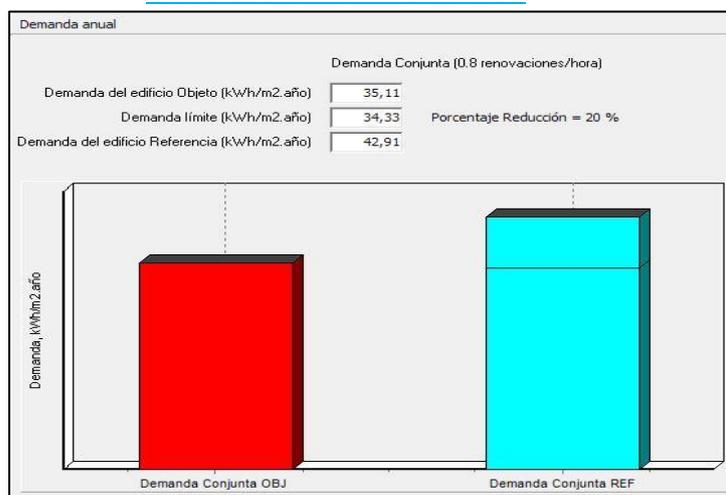


Figura 160. Resultados simulación inicial D3S. Fuente:

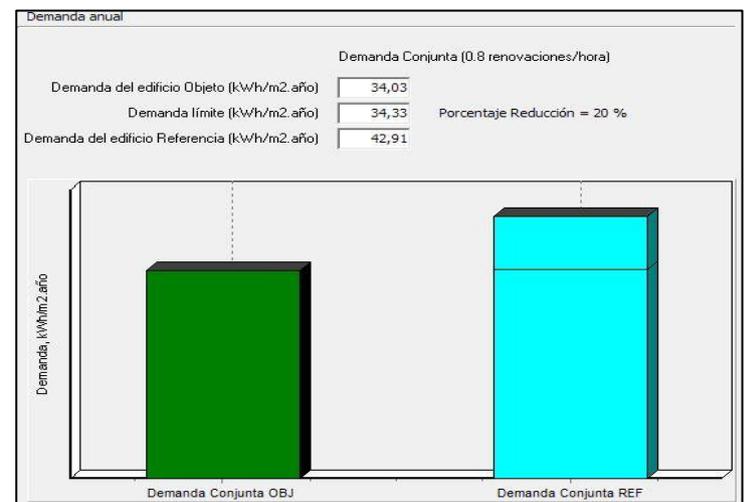


Figura 159. Resultados simulación final D3S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	35,11	NO	-
VIDRIO	34,48	NO	-
MARCO PVC	34,57	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	32,92	SÍ	-
MARCO PVC+VIDRIO	34,03	SÍ	✓

Tabla 47. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D3S.

La orientación sur no consigue cumplir de forma directa tal y como sucedía en las zonas climáticas B3 y B4, pero queda cerca de cumplir inicialmente. Además, la mejora de aislamiento 1 reduce en más de 2 puntos la demanda, lo cual es una bajada considerable. Al no poder conseguir de forma separada ni con el cambio de vidrio en ventanas, ni con el cambio de marco, se ha probado a emplear los dos a la vez y ver los resultados, de esta forma si se consigue cumplir y será la medida a implementar.

#### 6.11.4.- Orientación este. D3E

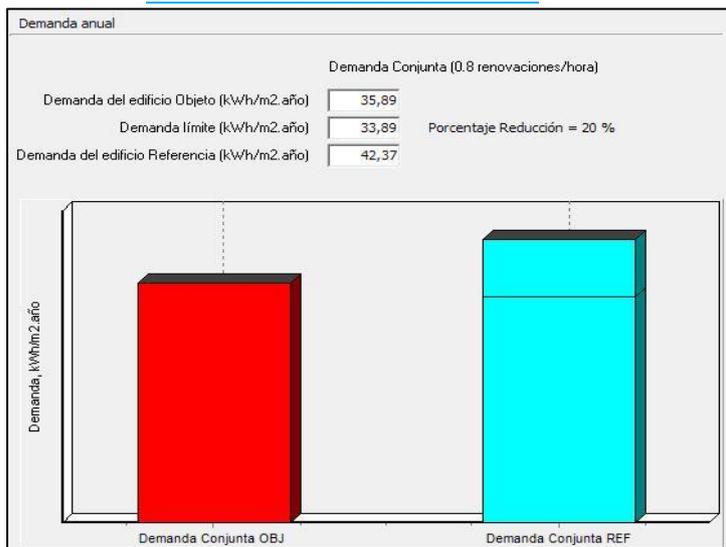


Figura 162. Resultados simulación inicial D3E. Fuente: HULC.

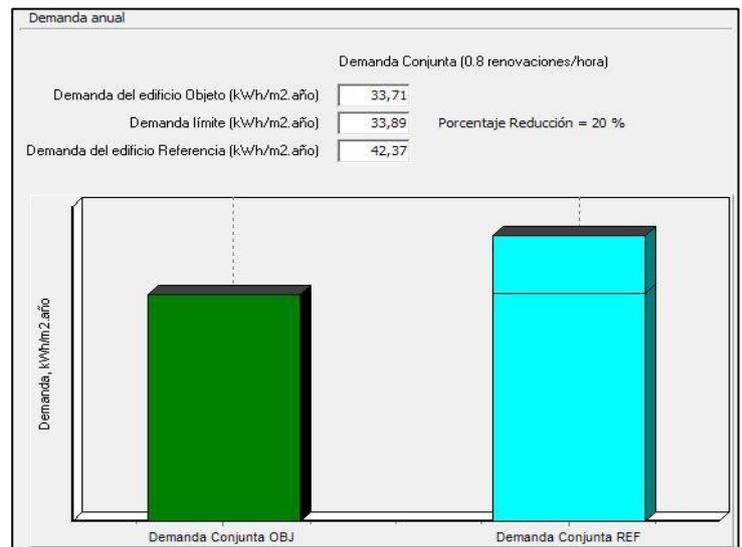


Figura 161. Resultados simulación final D3E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	35,89	NO	-
MARCO PVC+VIDRIO	34,84	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	34,07	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	33,09	SÍ	-
MEJORA AISLAMIENTO 1+MARCO PVC	33,71	SÍ	✓

Tabla 48. Simulaciones realizadas y medida seleccionada D3E.

Situación muy similar a la obtenida con la orientación este, a pesar de que la demanda del edificio objeto parte de un valor más reducido, las mejoras tienen menos impacto sobre el resultado final, lo que significa que se necesita emplear la misma solución constructiva.

## 6.12 Simulación y resultados zona peninsular. E1

### 6.12.1.- Orientación norte. E1N

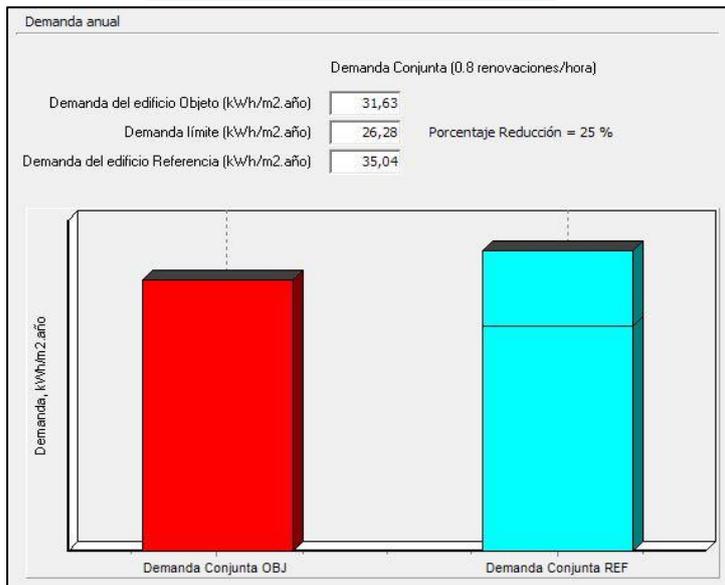


Figura 164. Resultados simulación inicial E1N. Fuente: HULC.

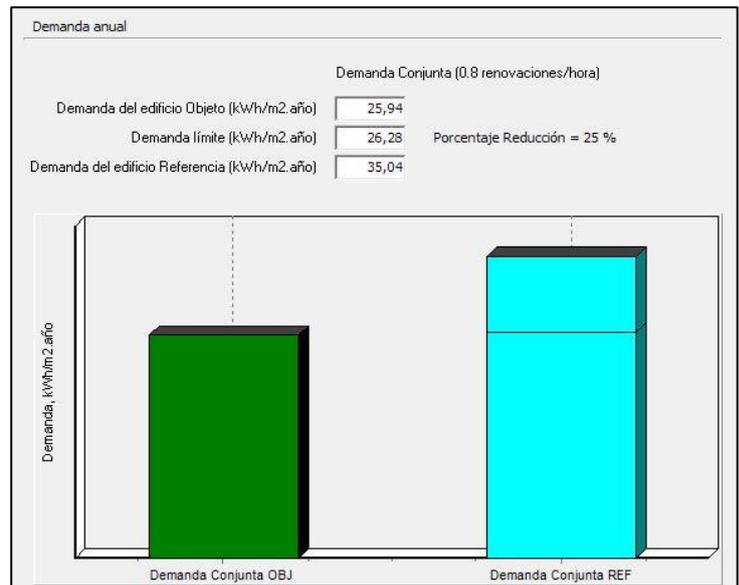


Figura 163. Resultados simulación final E1N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	31,63	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	29,32	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	27,97	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC+VIDRIO	27,09	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	27,97	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3+CÁMARA AIRE	27,92	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	27,21	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+MARCO PVC	26,46	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO	26,31	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO+MARCO PVC	25,94	SÍ	✓

Tabla 49. Simulaciones realizadas y medida seleccionada E1N.

Finalmente la última zona peninsular, la E1. Esta zona tiene la peculiaridad de ser la más fría de todas, con veranos suaves, pero con inviernos extremos. Es por ello que se deberá aumentar el aislamiento lo máximo que sea posible, requiriendo de esta forma emplear la 4 mejora de aislamiento, junto con el cambio de marco y vidrio.

6.12.2.- Orientación oeste. EIO

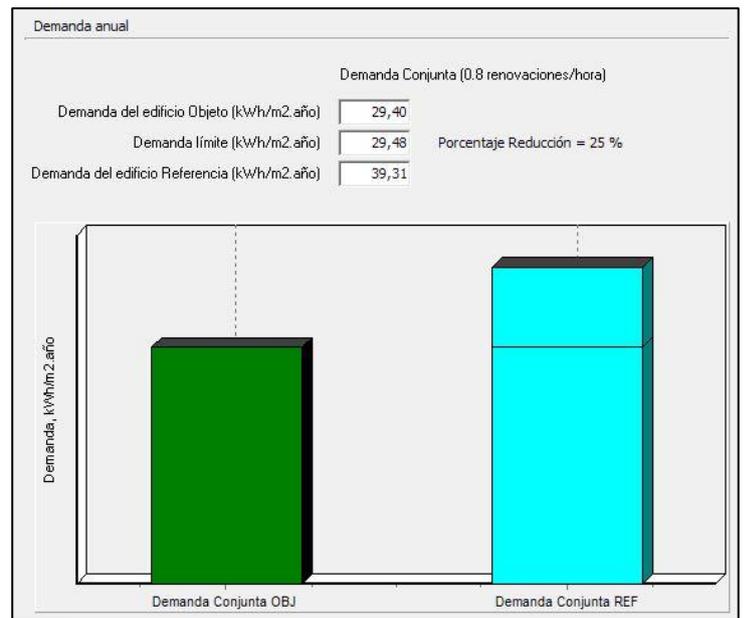
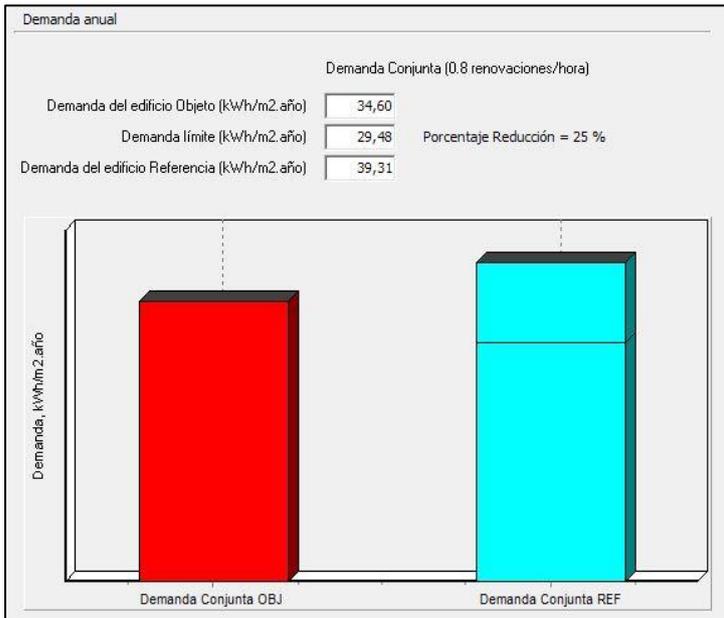


Figura 165. Resultados simulación inicial EIO. Fuente: HULC.

Figura 166. Resultados simulación final EIO. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	34,6	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	31,99	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	30,5	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	30,52	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC+VIDRIO	29,4	SÍ	✓

Tabla 50. Simulaciones realizadas y medida seleccionada EIO.

A diferencia de lo que sucede en zonas cálidas o intermedias, la mejora de vidrio suele afectar en mayor medida que el cambio de marco, pero al tratarse de una zona tan fría, la reducción de la transmitancia térmica producida por el cambio de marco es muy beneficiosa a efectos de la reducción de la demanda, resultando en que ambas mejoras ayudan de forma similar a reducir la demanda.

La orientación oeste contrariamente a como sucedía en casos anteriores, resulta beneficiosa respecto a la norte, no siendo necesario implementar la cuarta mejora de aislamiento.

### 6.12.3.- Orientación sur. E1S

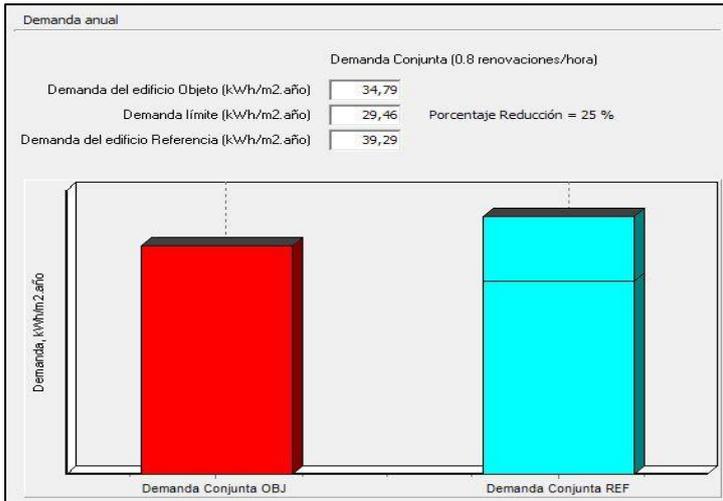


Figura 167. Resultados simulación inicial E1S. Fuente: HULC.

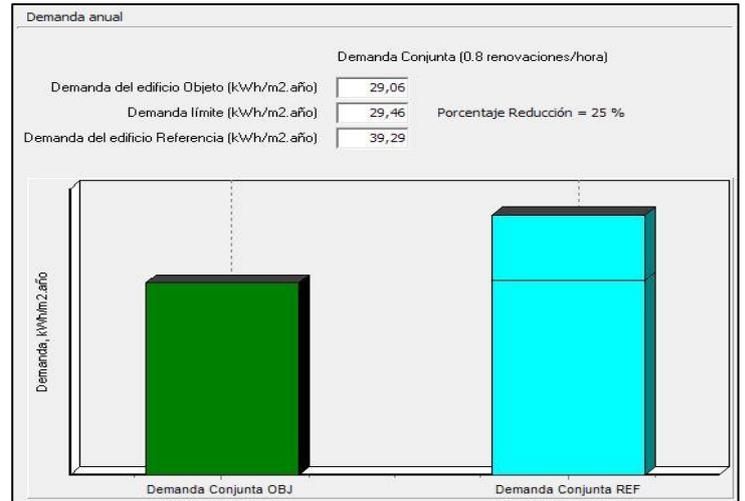


Figura 168. Resultados simulación final E1S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	34,79	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	31,85	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	30,2	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+ MARCO PVC	29,57	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO	29,7	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	30,21	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+ MARCO PVC+ VIDRIO	29,06	SÍ	✓

Tabla 51. Simulaciones realizadas y medida seleccionada E1S.

Es una de las pocas zonas climáticas en la cual la orientación hacia el sur no supone una gran ventaja, a efectos de cálculo es muy similar a la orientación oeste, tanto en los valores numéricos obtenidos de las simulaciones, como la medida seleccionada, la cual es exactamente la misma.

### 6.12.4.- Orientación este. E1E

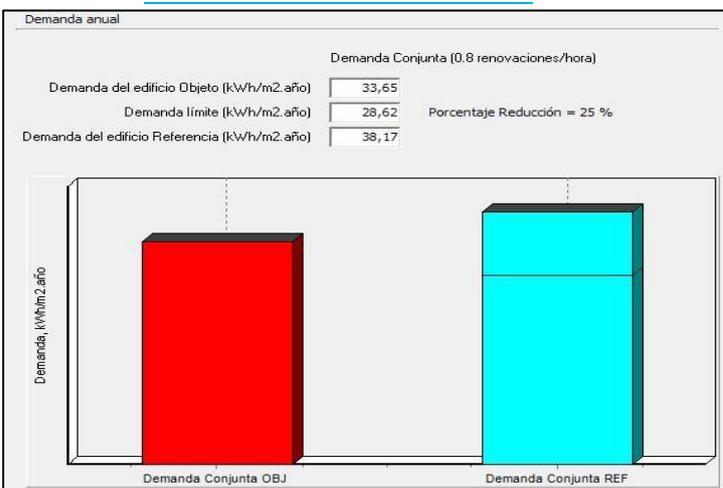


Figura 169. Resultados simulación inicial E1E. Fuente: HULC.

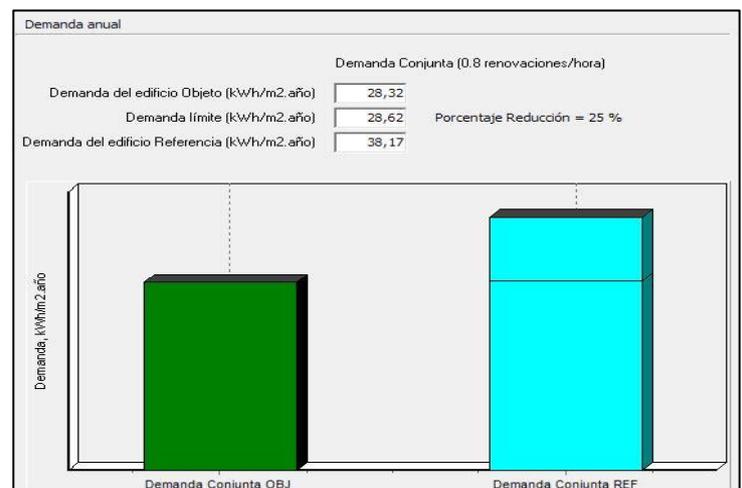


Figura 170. Resultados simulación final E1E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	33,65	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 1	31,09	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2	29,66	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 2+MARCO PVC+VIDRIO	28,65	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 3	29,69	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4	28,79	NO	-
MEJORA AISLAMIENTO 4+MARCO PVC	28,32	SÍ	✓

Tabla 52. Simulaciones realizadas y medida seleccionada EIE.

Normalmente las orientaciones este y oeste suelen tener soluciones similares, pero este no es el caso, puesto que se asemeja más a la orientación norte. La diferencia principal es que en este caso no se requiere cambiar el vidrio, lo que significa que es algo más favorable y que el desembolso económico sería menor.

Con ello concluyen todos los resultados referentes a zonas climáticas de la península, quedando por analizar las 3 zonas extra peninsulares:  $\alpha 3$ , A2 y B2.

### 6.13 Simulación y resultados zona extrapeninsular. $\alpha 3$

#### 6.13.1.- Orientación norte. $\alpha 3N$

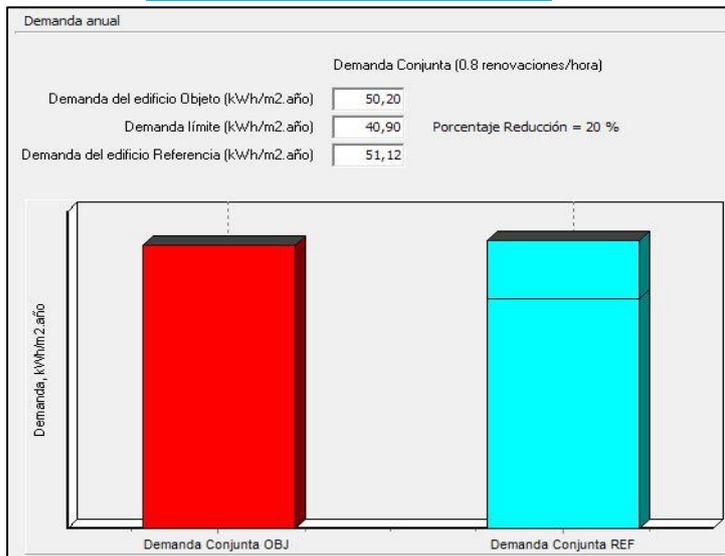


Figura 171. Resultados simulación inicial  $\alpha 3N$ . Fuente: HULC.

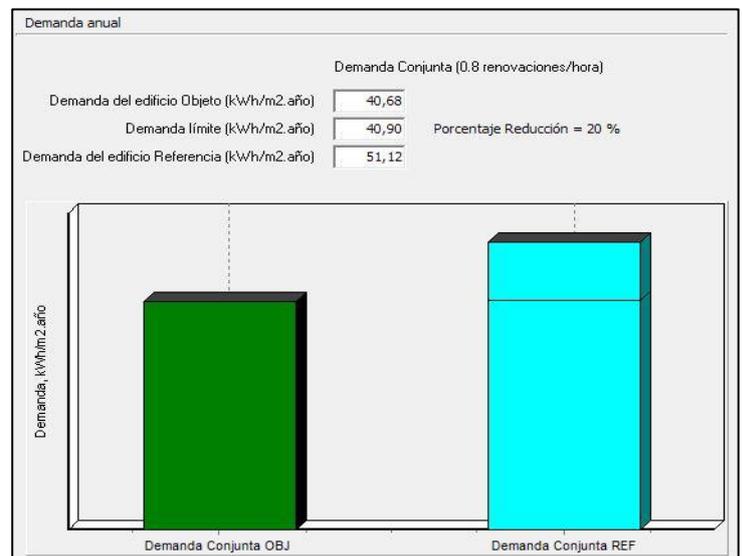


Figura 172. Resultados simulación final  $\alpha 3N$ . Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	50,2	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	46,93	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	45,46	NO	-

QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	45,13	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	43,86	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	42,75	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 3 VENTANAS P1	40,68	SÍ	✓

Tabla 53. Simulaciones realizadas y medida seleccionada a3N.

El clima en las zonas extrapeninsulares o insulares es muy diferente al existente en la península, de ahí que se analicen como parte final. En las zonas extrapeninsulares por lo general se ha descartado el cambio de marco ya que aumenta la demanda, por lo que se empleará el marco metálico. Se tendrán que poner lamas en todas las ventanas a excepción de 7.

6.13.2.- Orientación oeste. α3O

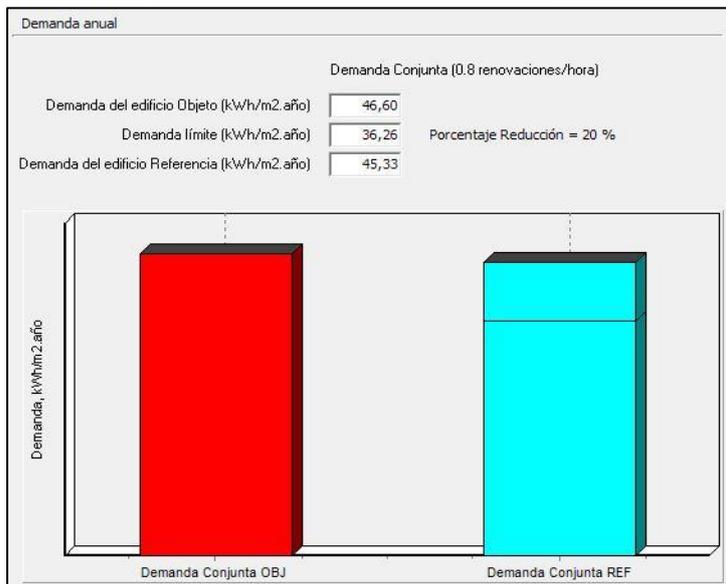


Figura 173. Resultados simulación inicial α3O. Fuente: HULC.

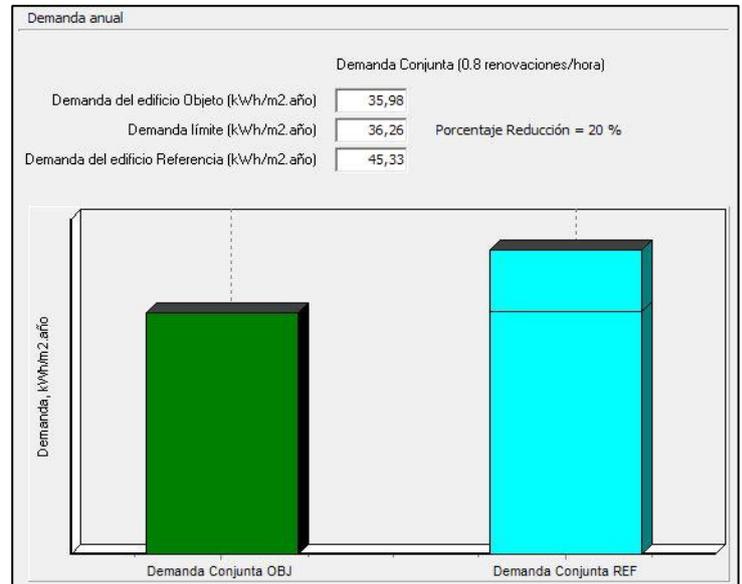


Figura 174. Resultados simulación final α3O. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	46,6	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	43,59	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	42,38	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	42,97	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	41,71	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	40,72	NO	-

QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 9 VENTANAS P1	35,98	SÍ	✓
--	-------	----	---

Tabla 54. Simulaciones realizadas y medida seleccionada  $\alpha 3O$ .

Las demandas en la zona  $\alpha 3$  son muy elevadas, por lo que se necesita emplear muchas mejoras para reducir la demanda por debajo de la demanda límite. Será común emplear lamas en las ventanas para disminuir la demanda, para la zona climática  $\alpha 3$  orientación oeste se necesita poner lamas en todas las ventanas a excepción de una.

### 6.13.3.- Orientación sur. $\alpha 3S$

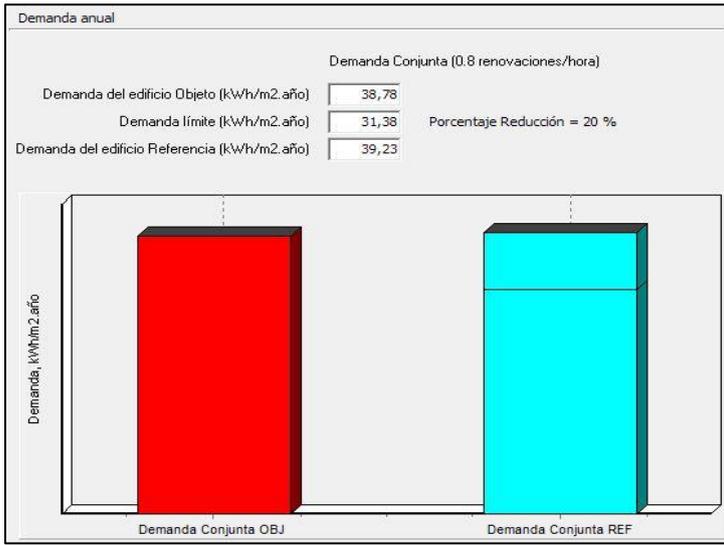


Figura 175. Resultados simulación inicial  $\alpha 3S$ . Fuente: HULC.

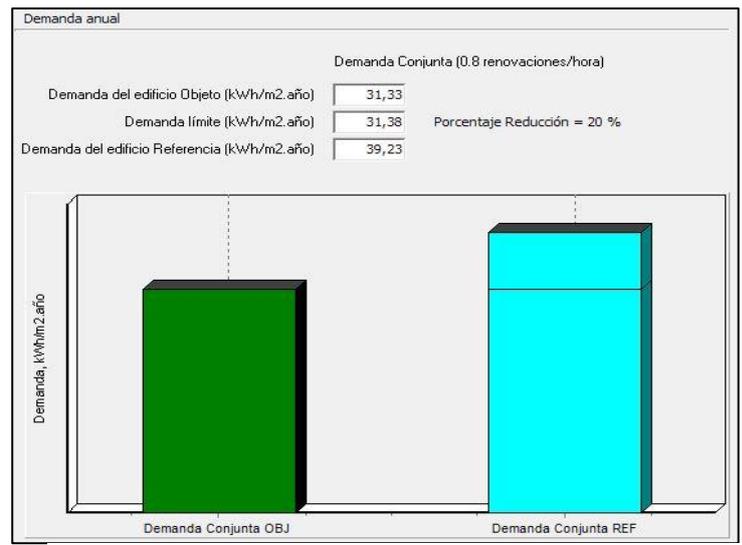


Figura 176. Resultados simulación final  $\alpha 3S$ . Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	38,78	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	36,13	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	35,38	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	34,29	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	33,17	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	32,78	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 8 VENTANAS P1	31,33	SÍ	✓

Tabla 55. Simulaciones realizadas y medida seleccionada  $\alpha 3S$ .

Las zonas climáticas insulares son más impredecibles, lo que puede resultar en situaciones como la que se va a comentar, y es que, pese a tener una demanda muy inferior a las orientaciones norte y oeste, las mejoras tienen un efecto mucho menor, lo que hace que pese a tener una demanda de casi 12 kWh/m<sup>2</sup> inferior a la orientación norte, se necesiten emplear un mayor número de lamas en ventanas.

6.13.4.- Orientación este.  $\alpha 3E$

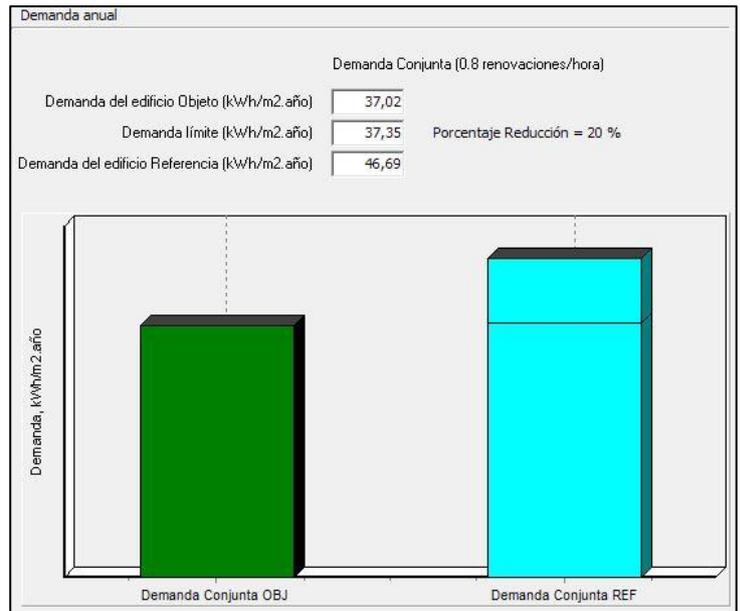
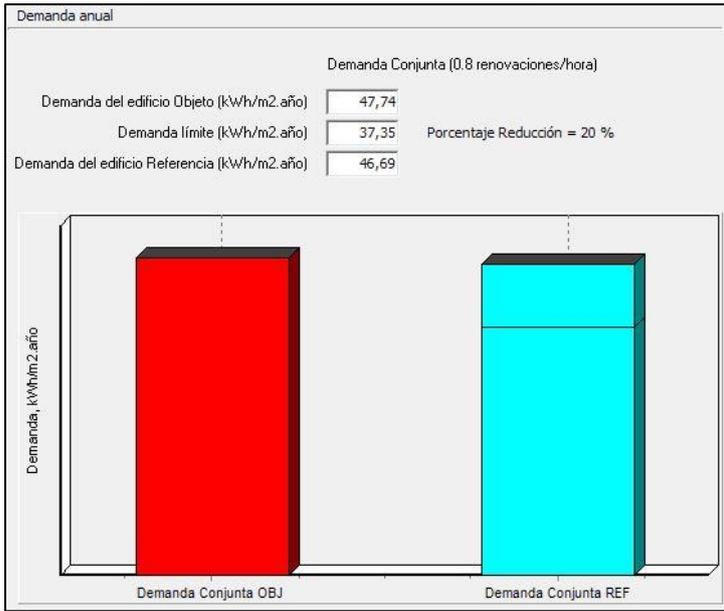


Figura 178. Resultados simulación inicial  $\alpha 3E$ . Fuente: HULC.

Figura 177. Resultados simulación final  $\alpha 3E$ . Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	47,74	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	44,58	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	43,27	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	42,65	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	42,25	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	41,21	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 7 VENTANAS P1	37,02	SÍ	✓

Tabla 56. Simulaciones realizadas y medida seleccionada  $\alpha 3E$ .

La última orientación de la zona climática  $\alpha 3$  no aporta excesiva información nueva, se tiene que seguir quitando aislamiento y se debe emplear lamas en ventanas para así aumentar la sombra, y con ello reducir la demanda.

## 6.14 Simulación y resultados zona extrapeninsular. A2

### 6.14.1.- Orientación norte. A2N

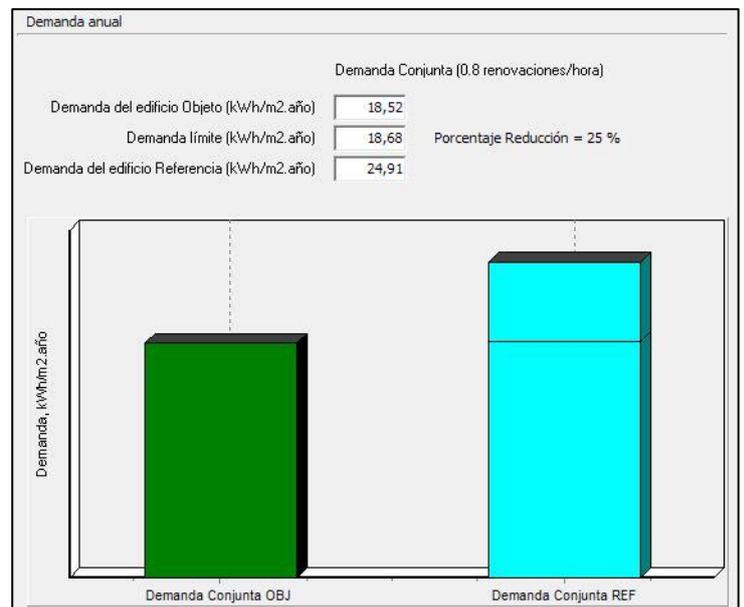
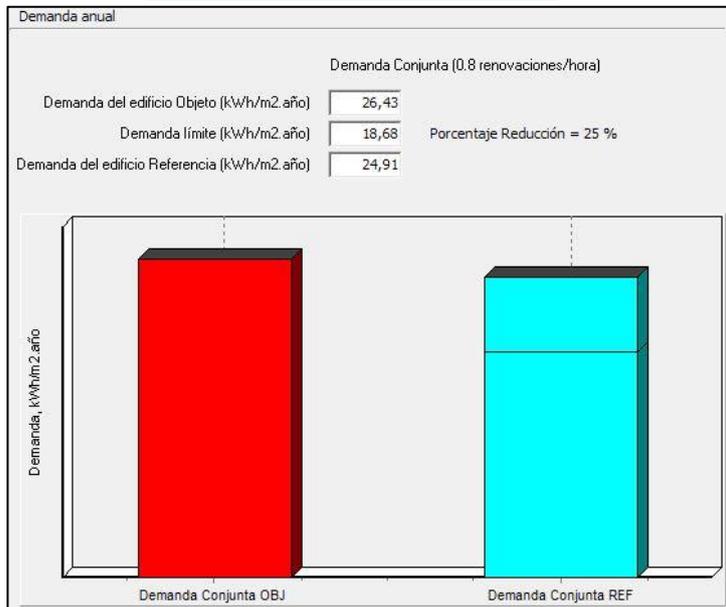


Figura 179. Resultados simulación inicial A2N. Fuente: HULC.

Figura 180. Resultados simulación final A2N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	26,43	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	23,68	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	22,82	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	22,47	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	21,64	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	21,05	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 8 VENTANAS P1	18,52	SÍ	✓

Tabla 57. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A2N.

Para zonas climáticas en las Islas Canarias, con una altitud entre 350 y 750 m se considera la zona climática A2. Las demandas de esta zona climática son del orden de la mitad de la anterior ( $\alpha 3$ ), a pesar de ello las medidas a implementar son muy similares, volviendo a ser necesario el quitar el aislamiento en solera y reducir el panel prefabricado de hormigón, junto con lamas.

6.14.2.- Orientación oeste. A20

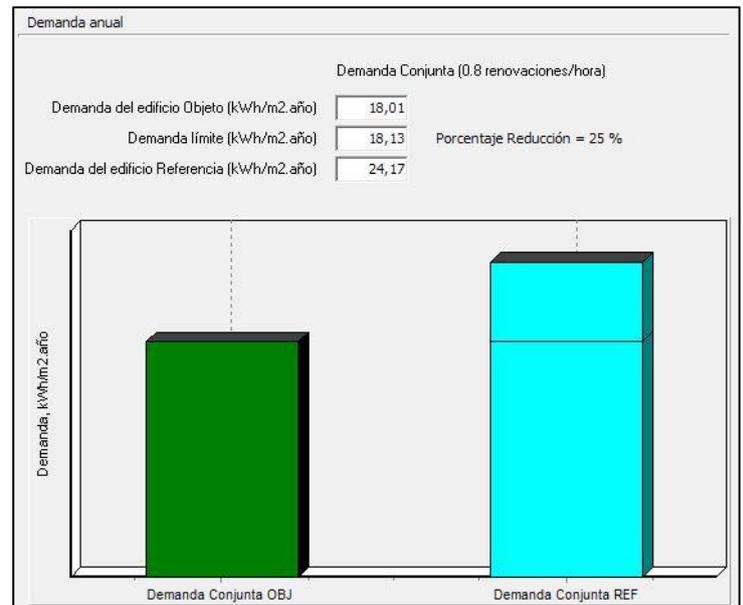
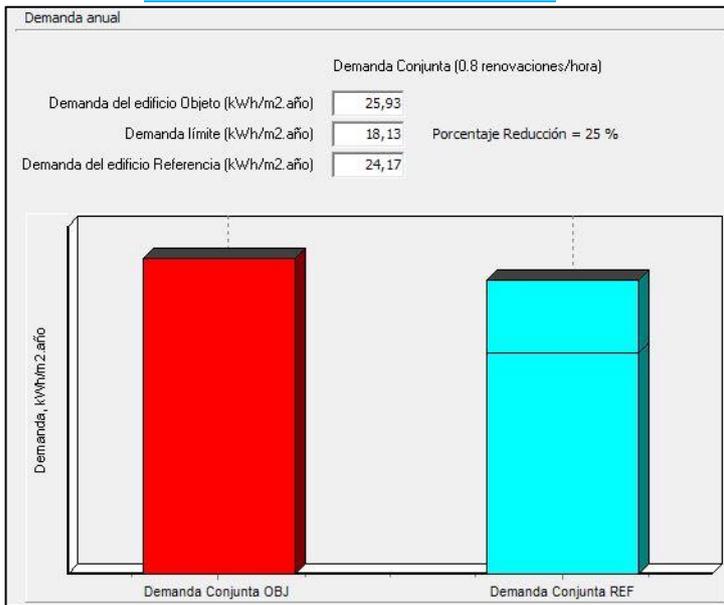


Figura 181. Resultados simulación inicial A20. Fuente: HULC.

Figura 182. Resultados simulación final A20. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	25,93	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	23,45	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	22,82	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	22,66	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	22,43	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	21,78	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 10 VENTANAS P1+VIDRIO	18,01	SÍ	✓

Tabla 58. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A20.

De los 60 casos analizados se podría afirmar que este es el más difícil de todos ellos, ya que de las zonas con clima cálido es la única que necesita todas las mejoras posibles. No solo habrá que quitar el aislamiento, si no que se deberá poner lamas en la totalidad de las ventanas del edificio, lo que dará un aspecto visual que no era el planeado y además habrá que cambiar el vidrio de todas las ventanas al Planistar con control solar.

### 6.14.3.- Orientación sur. A2S

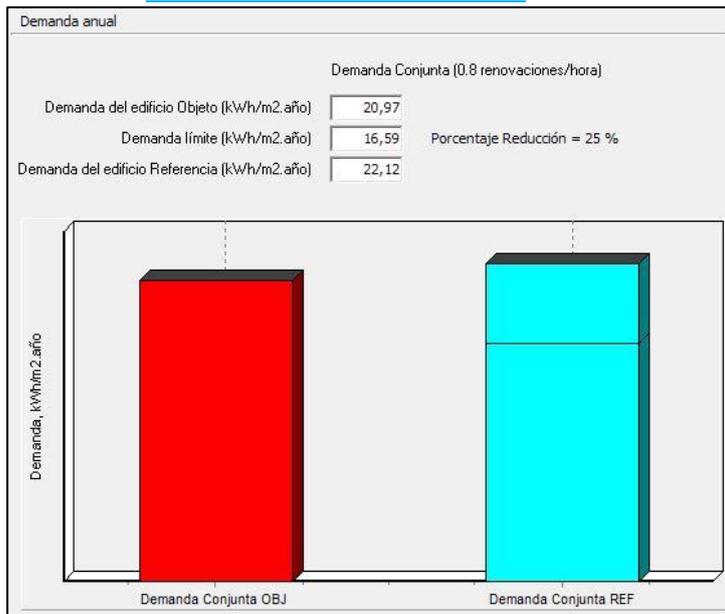


Figura 183. Resultados simulación inicial A2S. Fuente: HULC.

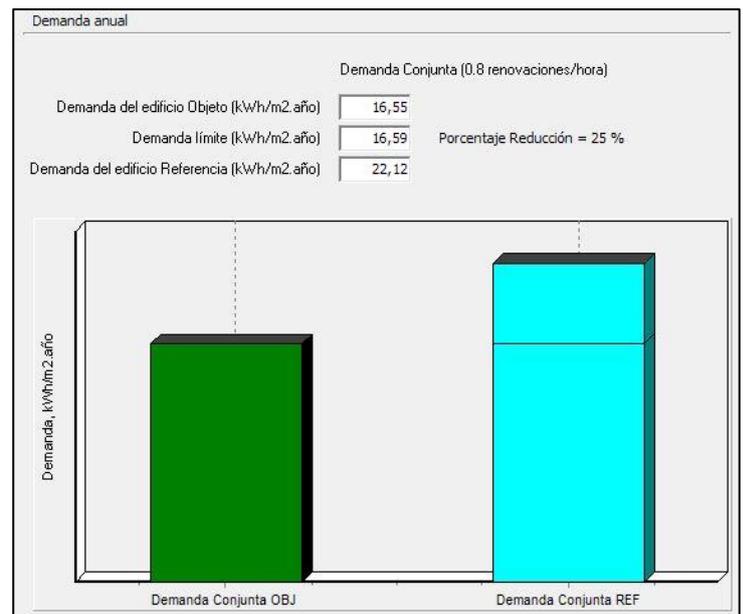


Figura 184. Resultados simulación final A2S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	20,97	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	18,93	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	18,45	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	17,81	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	17,12	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	16,87	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 3 VENTANAS P1	16,55	SÍ	✓

Tabla 59. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A2S.

La orientación sur en la zona climática A2 no difiere en exceso de las otras orientaciones, se seguirá empleando la estrategia de juntar la mejora de quitar el aislamiento en solera con la implementación de lamas en las ventanas. Es algo menos exigente que en las situaciones con orientación norte y oeste, ya que se evitará colocar lamas en un total de 7 ventanas de la primera planta de la fachada principal.

6.14.4.- Orientación este. A2E

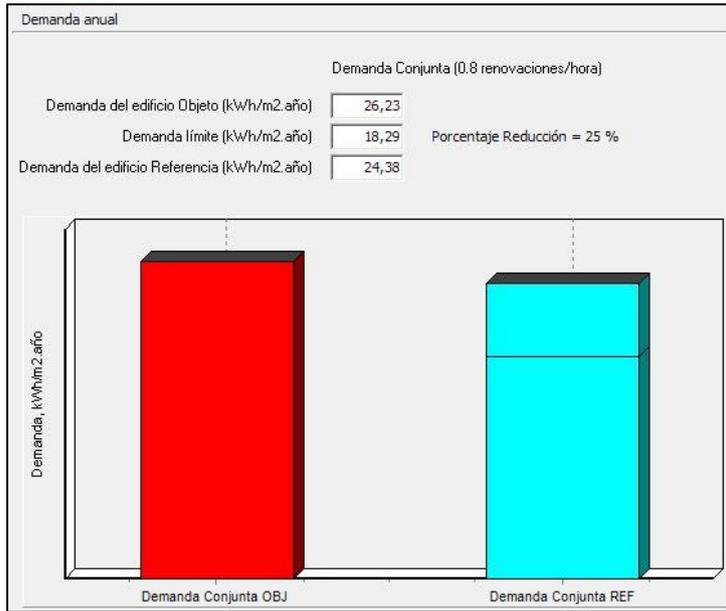


Figura 185. Resultados simulación inicial A2E. Fuente: HULC.

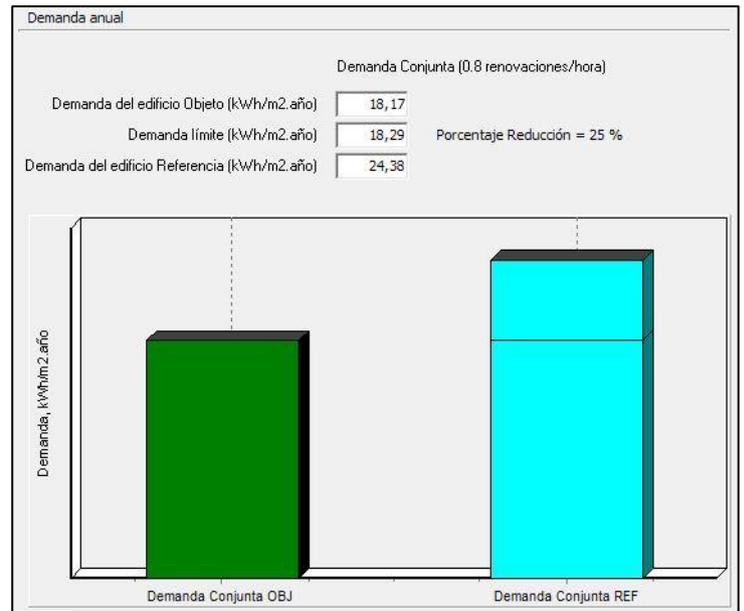


Figura 186. Resultados simulación final A2E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	26,23	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	23,63	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	22,82	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	22,72	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	22,46	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	21,8	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 9 VENTANAS P1	18,17	SÍ	✓

Tabla 60. Simulaciones realizadas y medida seleccionada A2E.

La orientación este de la zona climática A2 es análogo a la orientación norte, no resultando como en otras ocasiones, en los que las orientaciones este y oeste han tenido resultados equivalentes. La única disimilitud respecto a la orientación norte es que se deberá colocar lamas en una ventana más.

## 6.15 Simulación y resultados zona extrapeninsular. B2

### 6.15.1.- Orientación norte. B2N

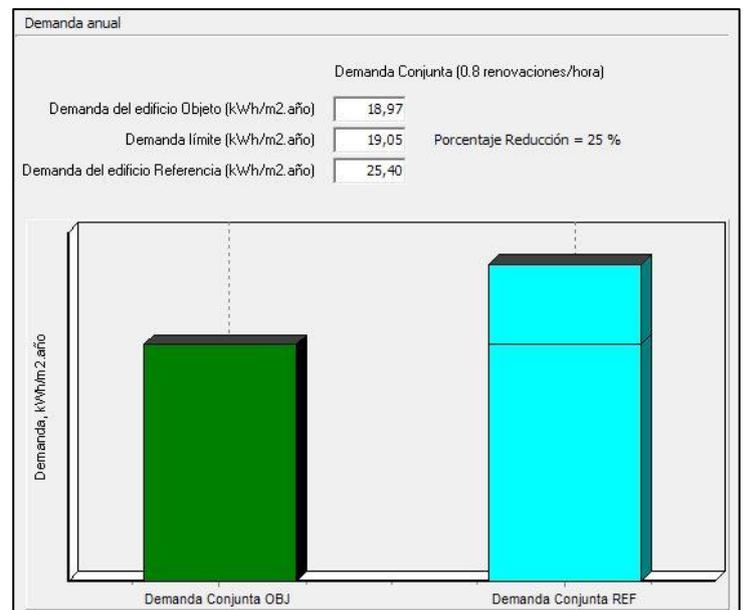
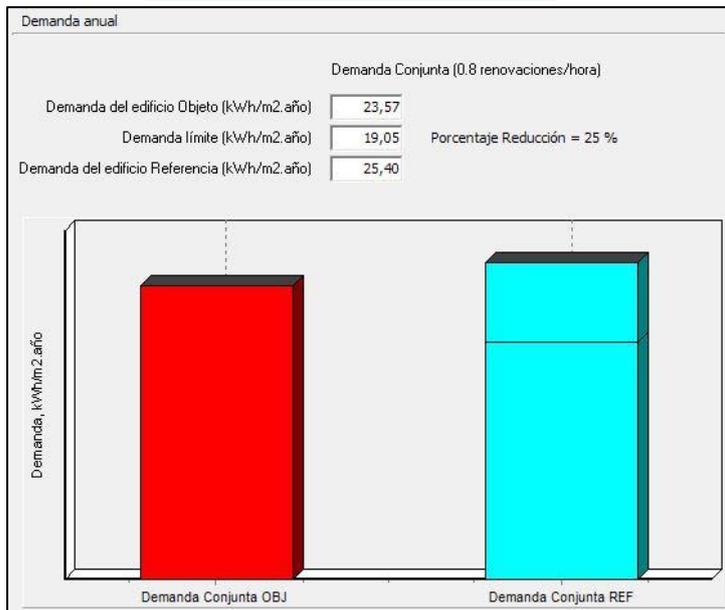


Figura 188. Resultados simulación inicial B2N. Fuente: HULC.

Figura 187. Resultados simulación final B2N. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	23,57	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	21,38	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	20,67	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	20,4	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	19,72	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	19,23	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 2 VENTANAS P1	18,97	SÍ	✓

Tabla 61. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2N.

Para concluir, la última zona climática de todas las que se van a analizar, la B2. Las condiciones son semejantes a las expuestas en las zonas insulares previas, siendo la diferencia principal en la exigencia, que es menor. Así pues, será necesario colocar lamas en las ventanas de las fachadas este y oeste, junto con todas las de la planta baja y 2 de la primera planta.

6.15.2.- Orientación oeste. B2O

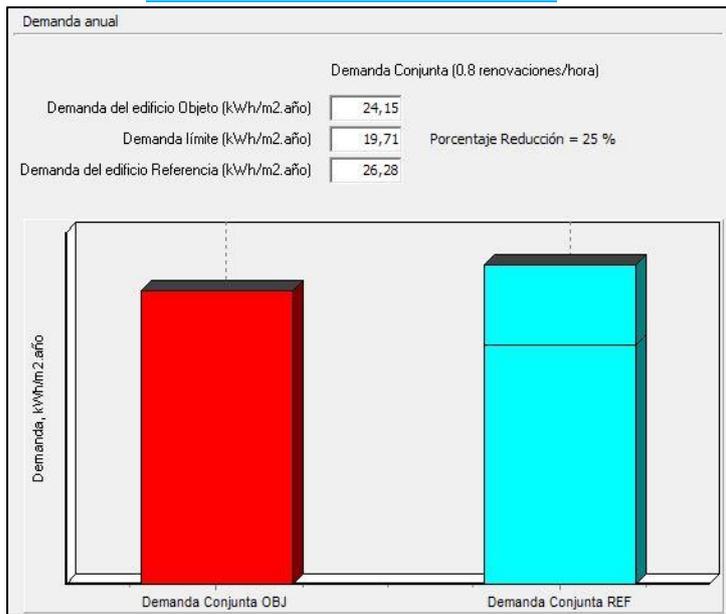


Figura 189. Resultados simulación inicial B2O. Fuente: HULC.

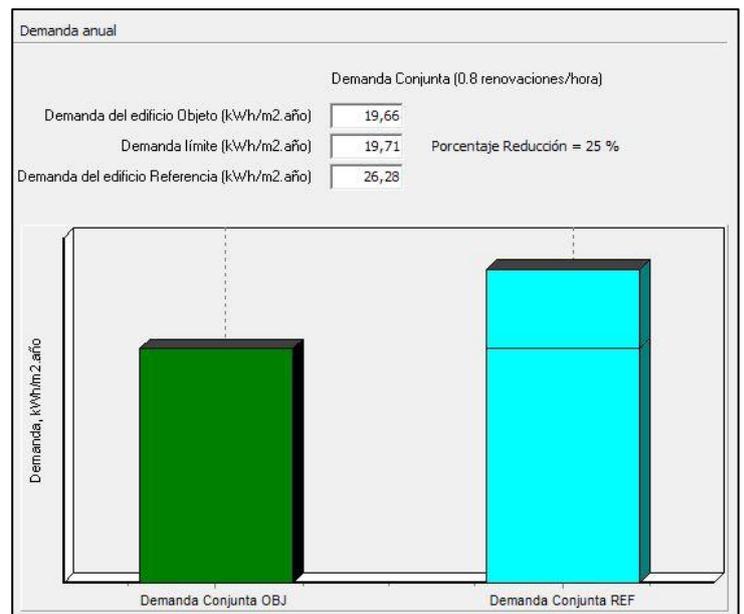


Figura 190. Resultados simulación final B2O. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	24,15	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	22,26	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	21,93	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	21,58	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	20,97	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 5 VENTANAS P1	19,66	SÍ	✓

Tabla 62. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2O.

En esta orientación se precisa de un número mayor de lamas para cumplir que en la orientación norte, la mitad de las ventanas de la primera planta de la fachada principal deberán de incorporarlas, lo que hará de sombra y decrecerá el valor de la demanda a unos valores con los que cumplir el DB-HE1.

6.15.3.- Orientación sur. B2S

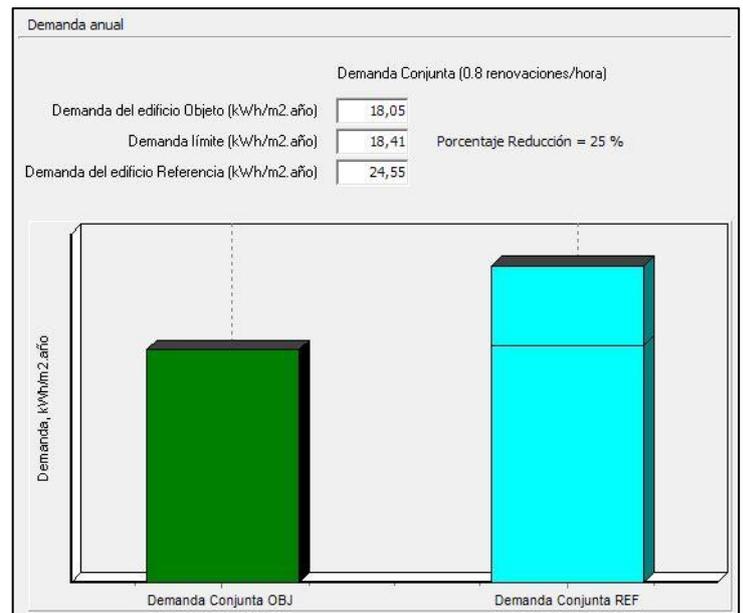
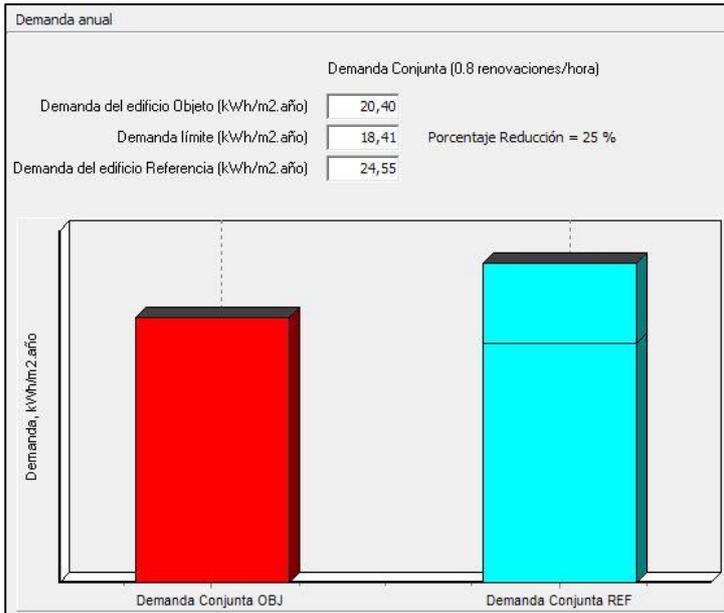


Figura 191. Resultados simulación inicial B2S. Fuente: HULC.

Figura 192. Resultados simulación final B2S. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	20,4	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	18,93	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO	18,47	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	18,05	SÍ	✓

Tabla 63. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2S.

Contrariamente a lo que sucedía en las otras dos zonas climáticas extrapeninsulares, la orientación sur vuelve a dar mejores resultados, ya que no será necesario emplear lamas en la fachada principal, es el único de los 12 casos insulares a analizar en el que no es necesario, por tanto, en caso de edificar en las Islas Canarias y ser un requisito constructivo importante el que no existan lamas en la fachada principal, ésta será la única opción.

6.15.4.- Orientación este. B2E

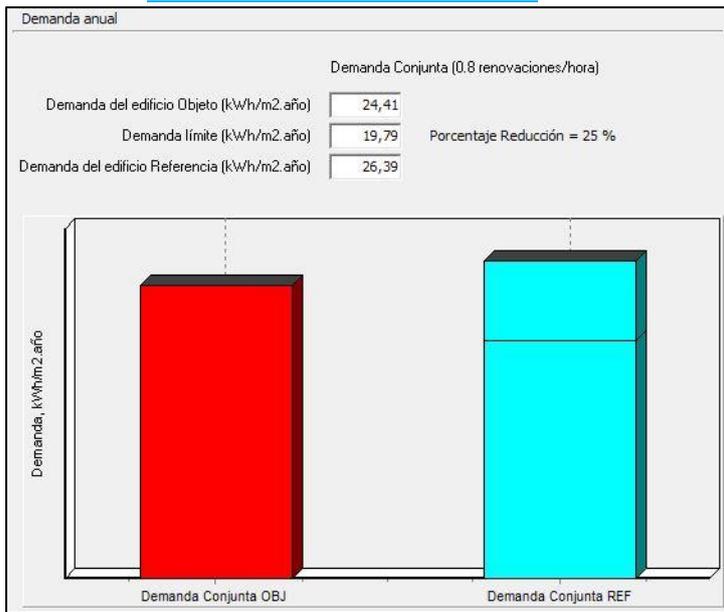


Figura 193. Resultados simulación inicial B2E. Fuente: HULC.

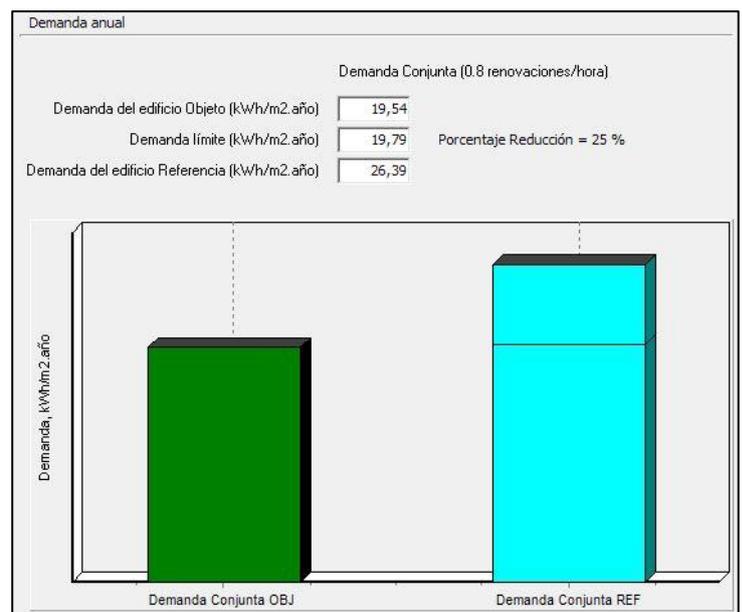


Figura 194. Resultados simulación final B2E. Fuente: HULC.

SIMULACIÓN REALIZADA	DEMANDA EDIFICIO OBJETO	CUMPLE	MEDIDA SELECCIONADA
SITUACIÓN INICIAL	24,41	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO	22,39	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE	21,84	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE	21,63	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE Y ESTE+VIDRIO	21,01	NO	-
QUITAR AISLAMIENTO+LAMAS OESTE, ESTE, PBAJA+ 5 VENTANAS P1	19,54	SÍ	✓

Tabla 64. Simulaciones realizadas y medida seleccionada B2E.

Con la orientación este de la zona climática B2 acaban las simulaciones. Al respecto de los resultados obtenidos, son análogos a los de la orientación oeste. La solución constructiva seleccionada es la misma, además de que se tienen valores muy semejantes de demanda, tanto inicial como límite.

## 7. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

En el presente punto del trabajo se presentan un resumen de los resultados presentados en el punto 9. En la tabla 65 se aportan la localización, y la altitud de cada zona climática. En adición a esto, se ha decidido incorporar una columna donde se mencionan algunos aspectos relevantes y se comparan las distintas orientaciones.

Para la comparación de las distintas orientaciones se han designado con un número del 1 al 4, siendo 1 la más favorable y 4 la menos favorable. Este criterio se ha basado en el número de simulaciones necesarias para cumplir, por lo que se asignará un 1 a la que menos simulaciones haya requerido, y un 4 a la de mayor número de simulaciones. Otro posible criterio habría sido en base a la diferencia entre la demanda del edificio objeto inicial y la límite, no obstante, debido a que las mejoras no tienen el mismo efecto dependiendo la orientación y la zona climática, este criterio no es del todo válido y sólo se ha empleado en caso de que la solución propuesta sea la misma, tal y como sucede por ejemplo en la zona climática B3, que exceptuando la orientación sur, las demás requieren del mismo número de simulaciones (4). El último aspecto a comentar, es que en el caso necesario de emplear lamas en la planta primera de la fachada principal, el número de simulaciones que se ha realizado para ese caso es el mismo que el del número de ventanas con lamas en dicha zona, con el objetivo de cumplir con el menor número de éstas posible.

ZONA CLIMÁTICA	ORIENTACIÓN	NÚMERO DE SIMULACIONES	SOLUCIÓN PROPUESTA	LOCALIZACION	ALTITUD (m)
A3	N	5	DIFÍCIL CUMPLIR, SE HA CONSEGUIDO EVITAR LAMAS EN FACHADA FRONTAL (2)	CÁDIZ	0
	O	7	MUY DIFÍCIL DE CUMPLIR, SE NECESITA EMPLEAR MUCHAS LAMAS. VIDRIO EMPEORA (4)	CÁDIZ	0
	S	2	NO CUMPLE DIRECTAMENTE, PERO CUMPLE QUITANDO AISLAMIENTO (1)	CÁDIZ	0
	E	6	DIFÍCIL CUMPLIR, SE HA CONSEGUIDO EVITAR LAMAS EN FACHADA FRONTAL (3)	CÁDIZ	0
A4	N	5	DIFÍCIL CUMPLIR, SE HA CONSEGUIDO EVITAR LAMAS EN FACHADA FRONTAL (2)	ALMERÍA	0
	O	8	MUY DIFÍCIL DE CUMPLIR, SE NECESITA EMPLEAR MUCHAS LAMAS. VIDRIO EMPEORA (4)	ALMERÍA	0
	S	2	NO CUMPLE DIRECTAMENTE, PERO CUMPLE QUITANDO AISLAMIENTO (1)	ALMERÍA	0
	E	7	DIFÍCIL CUMPLIR, SE HA CONSEGUIDO EVITAR LAMAS EN FACHADA FRONTAL (3)	ALMERÍA	0
	N	4	DIFÍCIL CUMPLIR. SE DEBE QUITAR AISLAMIENTO (4)	PATERNA	53

B3	O	4	DIFÍCIL CUMPLIR PERO MENOS QUE NORTE. SE DEBE QUITAR AISLAMIENTO (3)	PATERNA	53
	S	1	MUY FAVORABLE, CUMPLE DIRECTAMENTE SIN MEJORAS (1)	PATERNA	53
	E	4	SIMILAR A OESTE AUNQUE UN POCO MÁS FAVORABLE (2)	PATERNA	53
B4	N	4	DIFÍCIL CUMPLIR. SE DEBE QUITAR AISLAMIENTO (4)	CÓRDOBA	113
	O	4	BASTANTE MENOS RESTRICTIVO QUE NORTE. SE DEBE QUITAR AISLAMIENTO (2)	CÓRDOBA	113
	S	1	MUY FAVORABLE, CUMPLE DIRECTAMENTE SIN MEJORAS (1)	CÓRDOBA	113
	E	4	DIFÍCIL CUMPLIR, PERO MENOS QUE NORTE. SE DEBE QUITAR AISLAMIENTO (3)	CÓRDOBA	113
C1	N	19	MUY DIFÍCIL DE CONSEGUIR QUE CUMPLA, LAS MEJORAS HACEN POCO EFECTO, POR LO QUE SE NECESITAN APLICAR CASI TODAS (4)	BILBAO	214
	O	7	MUCHO MÁS SENCILLO DE CONSEGUIR CUMPLIR QUE EN ORIENTACIÓN NORTE (2)	BILBAO	214
	S	6	POCO EXIGENTE, FÁCIL DE CUMPLIR (1)	BILBAO	214
	E	18	MUY SIMILAR A NORTE, Y MÁS DIFÍCIL QUE LA ORIENTACIÓN OESTE, YA QUE LAS MEJORAS NO AFECTAN TANTO (3)	BILBAO	214
C2	N	8	MÁS DIFÍCIL DE CUMPLIR QUE SUR, PERO TAMPOCO REQUIERE DE DEMASIADAS MEJORAS (2)	GIRONA	1353
	O	15	ORIENTACIÓN MÁS DIFÍCIL DE CUMPLIR EN ESTA ZONA CLIMÁTICA, SE NECESITAN APLICAR MUCHAS MEJORAS (4)	GIRONA	1353
	S	5	POCO EXIGENTE, FÁCIL DE CUMPLIR (1)	GIRONA	1353
	E	13	MUY DIFÍCIL DE CUMPLIR, PERO MÁS SENCILLO QUE EN OESTE, LAS MEJORAS AFECTAN POCO (3)	GIRONA	1353
	N	4	FÁCIL DE CONSEGUIR QUE CUMPLA (2)	GRANADA	754
	O	7	MUCHO MÁS DIFÍCIL DE CONSEGUIR QUE CUMPLA QUE NORTE (3)	GRANADA	754

C3	S	1	MUY FAVORABLE, CUMPLE DIRECTAMENTE SIN MEJORAS (1)	GRANADA	754
	E	8	ALGO MÁS EXIGENTE QUE EL OESTE PERO TAMPOCO DEMASIADO. LOS CAMBIOS INFLUYEN MENOS QUE EN OTRAS ORIENTACIONES (4)	GRANADA	754
C4	N	4	MUY FÁCIL CUMPLIR, CASI CUMPLE SIN MEJORAS (2)	JAEN	436
	O	8	UN POCO MÁS DIFÍCIL DE CUMPLIR QUE NORTE (4)	JAEN	436
	S	1	MUY FAVORABLE, CUMPLE DIRECTAMENTE SIN MEJORAS (1)	JAEN	436
	E	8	CASI IGUAL QUE OESTE, UN POCO MENOS RESTRICTIVO (3)	JAEN	436
D1	N	9	MUY DIFÍCIL DE CUMPLIR, SE TIENE QUE AÑADIR MUCHO AISLAMIENTO (4)	VITORIA	512
	O	8	MÁS SENCILLO DE CUMPLIR QUE NORTE (3)	VITORIA	512
	S	6	DIFÍCIL CUMPLIR, PERO CASO MENOS RESTRICTIVO (1)	VITORIA	512
	E	8	CASO INTERMEDIO ENTRE OESTE Y SUR, PERO CUMPLE CON LAS MISMAS MEJORAS QUE ORIENTACIÓN OESTE (2)	VITORIA	512
D2	N	9	SEGUNDO CASO MÁS FAVORABLE, NECESITA LAS MISMAS MEJORAS QUE LA ORIENTACIÓN OESTE (2)	VALLADOLID	704
	O	9	ES EL CASO QUE MÁS NECESITA MEJORAR, PERO LO HACE CON MENOS MEJORAS QUE EN LA ORIENTACIÓN ESTE (3)	VALLADOLID	704
	S	6	CASO MÁS SENCILLO DE CUMPLIR, NO SE NECESITA MUCHO AISLAMIENTO (1)	VALLADOLID	704
	E	10	EN PRINCIPIO NO ES EL MÁS DESFAVORABLE, PERO ACABA SIÉNDOLO PUES ES EL QUE MÁS MEJORAS NECESITA (4)	VALLADOLID	704
D3	N	5	SEGUNDO CASO MÁS FAVORABLE, CON LA PRIMERA MEJORA AISLAMIENTO CUMPLE (2)	ALBACETE	677
	O	5	FÁCIL DE CUMPLIR, CASO MUY SIMILAR A ESTE (4)	ALBACETE	677
	S	5	CASO EXTREMADAMENTE FAVORABLE, NECESITA POCO PARA CUMPLIR (1)	ALBACETE	677
	E	5	FÁCIL DE CUMPLIR, CASO MUY SIMILAR A ESTE (3)	ALBACETE	677

E1	N	10	CASO MÁS DIFÍCIL DE CUMPLIR DE TODOS LOS PENINSULARES, SE NECESITAN APLICAR TODAS LAS MEJORAS POSIBLES (4)	SORIA	984
	O	5	MUY DIFÍCIL DE CUMPLIR, PERO ES EL CASO MÁS SENCILLO (1)	SORIA	984
	S	7	MÁS DIFÍCIL DE CUMPLIR QUE ESTE, Y MISMA SOLUCIÓN QUE OESTE (2)	SORIA	984
	E	7	EN PRINCIPIO ES EL MÁS FAVORABLE, PERO NECESITA DE UN GRAN NÚMERO DE MEJORAS PARA CUMPLIR (3)	SORIA	984
α3	N	9	COMO EN EL RESTO DE CASOS DE ZONA EXTRAPENINSULAR HAY QUE REDUCIR AISLAMIENTO Y EMPLEAR LAMAS EN VENTANAS (1)	GRAN CANARIA	114
	O	15	DEMANDA SEMEJANTE A LA DE LA ORIENTACIÓN ESTE PERO REQUIERE MAYOR NÚMERO DE LAMAS (4)	GRAN CANARIA	114
	S	14	PESE A QUE LAS DEMANDAS SON MÁS CERCANAS QUE EN OTRAS ORIENTACIONES, EN LA SIMULACIÓN REALIZADA SE REQUIEREN LAMAS EN 8 VENTANAS DE P1 (3)	GRAN CANARIA	114
	E	13	COMO SE HA COMENTADO, NO EXISTEN DIFERENCIAS NOTORIAS RESPECTO A LAS ORIENTACIONES OESTE Y SUR, NECESITANDO 7 LAMAS (2)	GRAN CANARIA	114
A2	N	14	DIFÍCIL PARA EL DB-HE1, LAMAS EN TODAS LAS VENTANAS MENOS EN 2 DEL PRIMER PISO DE LA FACHADA PRINCIPAL (2)	GRAN CANARIA	500
	O	16	CASO MÁS DIFÍCIL DE CUMPLIR, ES NECESARIO EMPLEAR LAMAS EN TODAS LAS VENTANAS Y CAMBIAR EL VDIRIO (4)	GRAN CANARIA	500
	S	9	EL MÁS FÁCIL DE LAS 4 ORIENTACIONES, SE DEBERÁN EMPLEAR LAMAS EN 3 VENTANAS DE P1 (1)	GRAN CANARIA	500
	E	15	SIMILAR A ORIENTACIÓN NORTE, DISPONIENDO LAMAS EN TODAS LAS VENTANAS A EXCEPCIÓN DE EN 1 DE ELLAS (3)	GRAN CANARIA	500
	N	8	AUNQUE LA DIFERENCIA ES MAYOR QUE EN LAS ORIENTACIONES ESTE Y OESTE, SE CUMPLE CON MENOS	GRAN CANARIA	900

B2			NÚMERO DE LAMAS EN VENTANAS (2)		
	O	10	SE NECESITA UN NÚMERO DE LAMAS MAYOR QUE EN EL NORTE (3)	GRAN CANARIA	900
	S	4	ORIENTACIÓN MUY FAVORABLE, NO REQUIRIÉNDOSE LA MEJORA DE VIDRIO NI LAMAS EN LA FACHADA PRINCIPAL (1)	GRAN CANARIA	900
	E	10	MISMA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA QUE LA OESTE (4)	GRAN CANARIA	900
NÚMERO TOTAL DE SIMULACIONES= 451					

Tabla 65. Comentarios, localización y altitud de las diferentes zonas climáticas.

En la tabla 66 se establece a modo de resumen las siguientes variables: mejoras implementadas, transmitancia térmica de cubierta, fachada, solera y marco, resistencia térmica (la inversa de la transmitancia térmica) de los elementos previamente mencionadas, y el coste total de implementar cada una de las medidas necesarias.

ZONA CLIMÁTICA	ORIENTACIÓN	CUMPLE	MEJORAS IMPLEMENTADAS	U (W/m <sup>2</sup> K)	R (m <sup>2</sup> K/W)	COSTE MEJORAS
A3	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-12.341,15
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+VENTANA P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-16.205,13
	S	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-20.265,37
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-16.512,6
	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-12.341,15
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+VENTANA P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-16.205,13

A4	S	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-20.265,37
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-16.512,6
B3	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
	S	SÍ	-	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 0,44 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 2,27 R <sub>marco</sub> = 0,25	0
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
B4	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
	S	SÍ	-	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 0,44 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 2,27 R <sub>marco</sub> = 0,25	0
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+ VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+8 VENTANAS P1+MARCO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,45	-13.714,01
	O	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,3 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,3 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 3,33 R <sub>fachada</sub> = 4,16 R <sub>solera</sub> = 3,33 R <sub>marco</sub> = 0,25	24.496,66

C1	S	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 1	U <sub>cubierta</sub> = 0,36 U <sub>fachada</sub> = 0,35 U <sub>solera</sub> = 0,36 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,78 R <sub>fachada</sub> = 2,86 R <sub>solera</sub> = 2,78 R <sub>marco</sub> = 0,25	8.141,9
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+7 VENTANAS P1+MARCO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,45	-14.072,73
C2	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN OESTE+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-13.230,85
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+6 VENTANAS P1+MARCO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,45	-14.431,44
	S	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,45	-14.419,36
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+4 VENTANAS P1+MARCO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,45	-15.088,31
C3	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-20.265,37
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
	S	SÍ	-	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 0,44 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 2,27 R <sub>marco</sub> = 0,25	0
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
C4	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-20.265,37
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
	S	SÍ	-	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64	0

				U <sub>solera</sub> = 0,44 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>solera</sub> = 2,27 R <sub>marco</sub> = 0,25	
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.641,72
D1	N	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+ MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,23 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,23 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 4,35 R <sub>fachada</sub> = 4,17 R <sub>solera</sub> = 4,35 R <sub>marco</sub> = 0,45	53.317,84
	O	SI	MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,3 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,3 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 3,33 R <sub>fachada</sub> = 4,16 R <sub>solera</sub> = 3,33 R <sub>marco</sub> = 0,25	24.496,66
	S	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,36 U <sub>fachada</sub> = 0,35 U <sub>solera</sub> = 0,36 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,78 R <sub>fachada</sub> = 2,86 R <sub>solera</sub> = 2,78 R <sub>marco</sub> = 0,45	13.987,91
	E	SI	MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,3 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,3 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 3,33 R <sub>fachada</sub> = 4,16 R <sub>solera</sub> = 3,33 R <sub>marco</sub> = 0,25	24.496,66
D2	N	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,23 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,23 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 4,35 R <sub>fachada</sub> = 4,17 R <sub>solera</sub> = 4,35 R <sub>marco</sub> = 0,25	53.095,48
	O	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6	U <sub>cubierta</sub> = 0,23 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,23 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 4,35 R <sub>fachada</sub> = 4,17 R <sub>solera</sub> = 4,35 R <sub>marco</sub> = 0,25	53.095,48
	S	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 1+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,36 U <sub>fachada</sub> = 0,35 U <sub>solera</sub> = 0,36 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,78 R <sub>fachada</sub> = 2,86 R <sub>solera</sub> = 2,78 R <sub>marco</sub> = 0,45	13.987,91
	E	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 4+MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,23 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,23 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 4,35 R <sub>fachada</sub> = 4,17 R <sub>solera</sub> = 4,35 R <sub>marco</sub> = 0,45	47.694,19
D3	N	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 1	U <sub>cubierta</sub> = 0,36 U <sub>fachada</sub> = 0,35 U <sub>solera</sub> = 0,36 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,78 R <sub>fachada</sub> = 2,86 R <sub>solera</sub> = 2,78 R <sub>marco</sub> = 0,25	8.141,9
	O	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 1+MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,36 U <sub>fachada</sub> = 0,35 U <sub>solera</sub> = 0,36 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,78 R <sub>fachada</sub> = 2,86 R <sub>solera</sub> = 2,78 R <sub>marco</sub> = 0,45	8.364,26
	S	SÍ	VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 0,44 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 2,27 R <sub>marco</sub> = 0,25	5.846,01
	E	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 1+MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,36 U <sub>fachada</sub> = 0,35 U <sub>solera</sub> = 0,36 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 2,78 R <sub>fachada</sub> = 2,86 R <sub>solera</sub> = 2,78 R <sub>marco</sub> = 0,45	8.364,26

E1	N	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 5+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+ MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,21 U <sub>fachada</sub> = 0,19 U <sub>solera</sub> = 0,2 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 4,76 R <sub>fachada</sub> = 5,26 R <sub>solera</sub> = 5 R <sub>marco</sub> = 0,45	64.040,21
	O	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+ MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,3 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,3 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 3,33 R <sub>fachada</sub> = 4,16 R <sub>solera</sub> = 3,33 R <sub>marco</sub> = 0,45	24.719,02
	S	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 2+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+ MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,3 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,3 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 3,33 R <sub>fachada</sub> = 4,16 R <sub>solera</sub> = 3,33 R <sub>marco</sub> = 0,45	24.719,02
	E	SÍ	MEJORA AISLAMIENTO 4+VIDRIO PLANISTAR 6/16/6+ MARCO PVC	U <sub>cubierta</sub> = 0,23 U <sub>fachada</sub> = 0,24 U <sub>solera</sub> = 0,23 U <sub>marco</sub> = 2,2	R <sub>cubierta</sub> = 4,35 R <sub>fachada</sub> = 4,17 R <sub>solera</sub> = 4,35 R <sub>marco</sub> = 0,45	53.317,84
α3	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+3 VENTANAS P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-15.608,82
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+9 VENTANAS P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-13.623,45
	S	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+8 VENTANAS P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-13.936,37
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+7 VENTANAS P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-14.295,09
A2	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+8 VENTANAS P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-13.936,37
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+10 VENTANAS P1+VIDRIO	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-7.452,41
	S	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+3 VENTANAS P1	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39 U <sub>marco</sub> = 4	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42 R <sub>marco</sub> = 0,25	-15.608,82
	E	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA	U <sub>cubierta</sub> = 0,45 U <sub>fachada</sub> = 0,61 U <sub>solera</sub> = 2,39	R <sub>cubierta</sub> = 2,22 R <sub>fachada</sub> = 1,64 R <sub>solera</sub> = 0,42	-13.623,45

			FRONTAL+9 VENTANAS P1	$U_{\text{marco}} = 4$	$R_{\text{marco}} = 0,25$	
B2	N	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+2 VENTANAS P1	$U_{\text{cubierta}} = 0,45$ $U_{\text{fachada}} = 0,61$ $U_{\text{solera}} = 2,39$ $U_{\text{marco}} = 4$	$R_{\text{cubierta}} = 2,22$ $R_{\text{fachada}} = 1,64$ $R_{\text{solera}} = 0,42$ $R_{\text{marco}} = 0,25$	-15.906,98
	O	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+5 VENTANAS P1	$U_{\text{cubierta}} = 0,45$ $U_{\text{fachada}} = 0,61$ $U_{\text{solera}} = 2,39$ $U_{\text{marco}} = 4$	$R_{\text{cubierta}} = 2,22$ $R_{\text{fachada}} = 1,64$ $R_{\text{solera}} = 0,42$ $R_{\text{marco}} = 0,25$	-15.012,52
	S	SÍ	QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE	$U_{\text{cubierta}} = 0,45$ $U_{\text{fachada}} = 0,61$ $U_{\text{solera}} = 2,39$ $U_{\text{marco}} = 4$	$R_{\text{cubierta}} = 2,22$ $R_{\text{fachada}} = 1,64$ $R_{\text{solera}} = 0,42$ $R_{\text{marco}} = 0,25$	-17.964,8
	E		QUITAR AISLAMIENTO +LAMAS EN ESTE Y OESTE+ PLANTA BAJA FRONTAL+5 VENTANAS P1	$U_{\text{cubierta}} = 0,45$ $U_{\text{fachada}} = 0,61$ $U_{\text{solera}} = 2,39$ $U_{\text{marco}} = 4$	$R_{\text{cubierta}} = 2,22$ $R_{\text{fachada}} = 1,64$ $R_{\text{solera}} = 0,42$ $R_{\text{marco}} = 0,25$	-15.012,52

Tabla 66. Mejoras implementadas, transmitancia, resistencia y coste mejoras de las diferentes zonas climáticas.

En la tabla 67 se presentan las demandas del edificio objeto inicialmente, así como la demanda límite y la demanda del edificio alcanzada tras aplicar las medidas correspondientes. Los resultados son los siguientes:

ZONA CLIMÁTICA	ORIENTACIÓN	DEMANDA EDIFICIO INICIAL (kWh/m <sup>2</sup> año)	DEMANDA LÍMITE (kWh/m <sup>2</sup> año)	DEMANDA EDIFICIO FINAL (kWh/m <sup>2</sup> año)
A3	N	32,07	27,04	26,88
	O	28,37	24,25	24,17
	S	23,35	22,16	21,67
	E	28,77	24,38	24,35
A4	N	35,77	31,01	30,48
	O	32,48	28,05	27,76
	S	26,76	25,82	25,13
	E	32,48	28,05	27,96
B3	N	29,21	26,44	26,29
	O	27,5	25,38	25,21
	S	23,66	23,79	23,66

	E	25,67	25,14	24,97
B4	N	32,65	30,07	29,73
	O	31,02	28,86	28,7
	S	26,92	27,2	26,92
	E	30,87	28,63	28,45
	N	18,82	17,22	17,17
C1	O	19,9	18,64	18,56
	S	18,37	17,65	17,45
	E	19,4	18,19	18,16
	N	22,58	20,75	20,68
	O	23,2	21,17	21,05
C2	S	20,91	20,25	20,09
	E	22,77	20,81	20,81
	N	27,55	27,29	26,71
	O	28,55	27,62	27,4
	S	26,06	26,74	26,06
C3	E	27,94	27,11	26,78
	N	31,43	31,22	30,57
	O	32,3	31,29	31,12
	S	29,76	30,44	29,76
	E	31,91	30,95	30,67
C4	N	25,48	22,54	22,44
	O	27,94	25,04	24,82
	S	27,22	24,61	24,34
	E	27,06	24,3	24,14
	N	29,35	26,34	26,27

D2	O	31,71	28,03	27,97
	S	30,52	27,85	27,5
	E	30,96	27,41	27,18
D3	N	34,25	33,04	32,65
	O	36,56	34,49	34,29
	S	35,11	34,33	34,03
	E	35,89	33,89	33,71
E1	N	31,63	26,28	25,94
	O	34,6	29,48	29,4
	S	34,79	29,46	29,06
	E	33,65	28,62	28,32
α3	N	50,2	40,9	40,68
	O	46,6	36,26	35,98
	S	38,78	31,38	31,33
	E	47,74	37,35	37,02
A2	N	26,46	18,68	18,52
	O	25,93	18,13	18,01
	S	20,97	16,59	16,55
	E	26,23	18,29	18,17
B2	N	23,57	19,05	18,97
	O	24,15	19,71	19,66
	S	20,4	18,41	18,05
	E	24,41	19,79	19,54

Tabla 67. Demanda edificio inicial, demanda límite y demanda edificio final de las diferentes zonas climáticas.

Tal y como se puede ver, los valores de demanda límite y demanda edificio final son muy similares, esto es porque se ha buscado optimizar lo máximo posible, siempre y cuando económicamente fuera razonable. También se ha buscado en las zonas cálidas que necesitan el empleo de lamas, hacer uso del menor número posible debido a la estética y el coste asociado.

## 8. CONCLUSIONES

En este último punto de la memoria se van a tratar las principales conclusiones extraídas del proyecto, así como dificultades o puntos a tener en cuenta. Para una mayor comprensión se han dividido en diversas categorías:

### Zonas climáticas

- Las zonas climáticas óptimas (en cuanto a mayor facilidad para cumplir), partiendo del caso base, son las siguientes: B3, B4, C3, C4 y D3.
- El porcentaje de reducción exigido es de un 20%, con excepción en las zonas climáticas C1, C2, D1, D2, E1, A2 y B2 que es de un 25%.
- Los resultados de demanda edificio objeto, y demanda límite son muy variables, obteniéndose así los valores mínimos en la zona C1 y los máximos en la D3 para las zonas peninsulares, y  $\alpha 3$  en las insulares.
- Las mayores dificultades para conseguir cumplir se han encontrado en las zonas climáticas peninsulares: C1, C2, D2 y E1, además de todas las extrapeninsulares.
- Las zonas climáticas C1 y C2 son zonas intermedias, lo que conlleva que tanto aumentar como reducir aislamiento puedan reducir la demanda del edificio objeto, a pesar de ello, y de que la diferencia entre la demanda objeto y límite es reducida, es difícil de cumplir puesto que las mejoras tienen poco efecto.
- Para las zonas climáticas A3, A4, B3 y B4 interesa quitar aislante, para las D1, D2, D3 y E1 es mejor añadir aislante. Sin embargo, para la C1, C2, C3 y C4 lo mejor es estudiar ambas opciones.
- En zonas cálidas interesa transmitancias térmicas elevadas, mientras que en zonas frías sucede lo contrario.
- Las zonas climáticas A3 y A4 son prácticamente análogas en cuanto a los resultados.
- Partiendo del caso base, que como se conoce se ha planteado para Valencia, es más fácil cumplir en zonas cálidas que en frías.
- La zona climática A2 es una de las más complicadas ya que necesita emplear lamas en todas las ventanas, la reducción del aislamiento y el cambio del vidrio.
- Las zonas climáticas insulares deben analizarse de forma separada, ya que climáticamente son zonas muy diferentes.

### Orientación

- Variando la orientación se modifican las demandas del edificio objeto, la demanda límite y la demanda del edificio de referencia.
- Una misma mejora, y en la misma zona climática, puede tener mayor o menor eficacia dependiendo de la orientación en la que se sitúe.
- La orientación óptima es la sur, para todos los casos menos las zonas climáticas E1 y  $\alpha 3$ . Especial mención a lo que ocurre en las zonas B3, B4, C3 y C4 que en la orientación sur cumplen directamente sin ninguna modificación.
- Respecto a las orientaciones norte, este y oeste, dependiendo de la zona climática a analizar será más favorable una u otra.

## Mejoras

- Emplear lamas en todas las ventanas es la mejora que más reduce la demanda del edificio objeto, sin embargo, se tratará de evitar por el impacto visual generado.
- Cambiar de vidrio es una mejora que siempre ayuda para cumplir, independientemente de la zona climática y orientación.
- La incorporación de sombras también es siempre de ayuda, pese a ello, solo se ha considerado como sombra la existente en la fachada sur del edificio, donde está situada la nave industrial.
- Reducir la transmitancia térmica mediante la adición de aislante es más difícil conforme mejor aislado está ese cerramiento.
- El introducir cámaras de aire intermedias, o aumentar el espesor de materiales no aislantes (como puede ser el ladrillo cerámico hueco), no cambian apenas la transmitancia térmica, y por tanto, los resultados obtenidos.
- La mejora de aislante 3 suele ser peor que la 2 por llevar menos aislante (excepción zona climática D2 orientación sur).
- El sustituir el marco metálico por uno de PVC ayuda en las zonas frías, empeorando los resultados obtenidos en las zonas climáticas A3, A4, B3, B4 y afectando de forma poco significativa en C3 y C4. Así pues, serán de utilidad para las zonas climáticas: C1, C2, D1, D2, D3 y E1 principalmente.
- En zonas frías conforme se aumenta el aislamiento menos efecto produce, debido a que más cerca se está del valor óptimo, pudiendo llegar a resultar en un empeoramiento de los resultados.

## Aspectos generales y del programa

- Afecta más variar los elementos constructivos exteriores que las interiores. Es por ello que la tabiquería interior no se ha cambiado, centrándose el estudio en la variación de los siguientes cerramientos: cubierta, fachada y solera.
- La medianera y el forjado interno no se pueden cambiar, son elementos constructivos fijos.
- El programa no tiene en cuenta las inercias térmicas, lo que hace que algunos resultados no sean los esperables.
- Se obtienen porcentajes reducidos muy cercanos al porcentaje a reducir puesto que se ha tratado de optimizar al máximo las simulaciones.
- Al aumentar la altitud los valores de demanda de edificio objeto y límite disminuyen.
- Los aspectos económicos tendrán que tenerse muy en cuenta, ya que en especial las mejoras de aislamiento suponen un gran desembolso económico.
- Con mayores o menores dificultades, pero se ha conseguido que todos los casos cumplan con las mejoras planteadas.

En lo que respecta al trabajo se han presentado ciertas dificultades, el hecho de que el edificio a simular sea gran terciario, hace que pese a que se manejan valores de transmitancia térmica muy buenos (mejores a los recomendados por el CTE), todavía se necesiten mejoras para poder

cumplir, y que el impacto de las medidas no sea tan elevado como en una vivienda o edificio de viviendas.

En la modelización del edificio también se tendrán que tener en cuenta varios aspectos, como es el guardar regularmente el trabajo, hacer varias versiones e ir en un orden determinado, ya que el programa puede dar errores o cerrarse de forma inesperada. Hay que tener en cuenta no sobrepasar ninguno de los límites impuestos por el programa, como es el que ninguna zona puede tener un número de vértices superior a 30.

Otro aspecto relevante a comentar es que conforme mayor experiencia se tiene con el programa, más se puede avanzar los resultados que se van a obtener, sin embargo, no siempre se obtienen los resultados predecibles, debido también a que el programa no tiene en cuenta factores como la inercia térmica, por lo que lo recomendable es realizar el número preciso de simulaciones que sean necesarias.

Los beneficios que el trabajo realizado aporta, es el análisis detallado de todas las zonas climáticas y orientaciones posibles, con ello, en caso de que el Proyecto de Ejecución se realizara en una determinada localización, se conocería a la perfección los resultados que se van a obtener y las medidas que deben realizarse para cumplir con el DB-HE1.

El aprendizaje de la utilización del programa HULC, así como el conocimiento de las principales tipologías de envolventes más características de esta tipología constructiva, han sido los aspectos más positivos de este Trabajo Final de Máster. Las principales asignaturas que han sido de ayuda han sido Dirección de Proyectos y Energy Simulation of Buildings. Finalmente expresar orgullo y satisfacción, porque ha sido una ardua y difícil tarea la realización del trabajo, pero sin ninguna duda ha merecido la pena.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Catálogo lamas Strugal*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en:  
< <https://www.strugal.com/es>>
- [2] *Catálogo vidrios Saint-Gobain Glass*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en:  
< <https://es.saint-gobain-building-glass.com/es>>
- [3] Código Técnico de la Edificación (CTE). *Documento Básico HE Ahorro de Energía Apéndice B zonas climáticas*. Madrid, 2017.
- [4] Código Técnico de la Edificación (CTE). *Manual de usuario Herramienta Unificada LIDER-CALENER*. Código Técnico de la Edificación. Madrid, 2017.
- [5] Código Técnico de la Edificación (CTE). *Programa HULC v. 1.0.1564.1124* [Software] Madrid, 2017.
- [6] Código Técnico de la Edificación (CTE). *Prontuario de Soluciones Constructivas. Materiales*. [Consulta: junio 2019]. Disponible en: <<http://cte-web.iccl.es>>
- [7] España. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios. Madrid, 2013.
- [8] *Estrategias para cumplir el DB HE*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en:  
<<http://www.danielpascual.com>>
- [9] *Guía de uso HULC*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en:  
< <http://www.certificadosenergeticos.com> >
- [10] *Información orientaciones edificio*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en:  
<<http://www.mirencaballerobioestudio.com>>
- [11] *Información software reconocido certificación edificios*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en: <<http://www.certicalia.com>>
- [12] *Información ventanas doble acristalamiento*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en:  
<<http://www.climalit.es>>
- [13] Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). *Base de precios del IVE 2019*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en: <<http://www.five.es>>
- [14] *Mapa nacional de zonas climáticas*. [Consulta: junio 2019]. Disponible en:  
<<http://www.construmatica.com>>
- [15] *Protocolos y marco normativo*. [Consulta: julio 2019]. Disponible en:  
<<http://www.ecoembes.com>>

## II. PRESUPUESTOS

En este apartado se incluyen el coste de mano de obra, materiales y maquinaria para la realización de todos los análisis y estudios pertinentes, que se van a desglosar en las siguientes partidas presupuestarias:

- Aprendizaje del manejo de los programas.
- Búsqueda, cálculo y recogida de datos.
- Introducción de datos en el programa.
- Síntesis de las medidas de mejora.
- Análisis medidas propuestas, y simulaciones.
- Cálculo del coste de las medidas.
- Elaboración del documento final.

Previo a la elaboración del presupuesto, se ha determinado el precio por hora para la mano de obra y el equipo informático. Para el primero se ha acudido al documento “coste promedio para personal de plantilla en solicitudes de ayudas públicas” de la UPV, donde para un ingeniero ayudante el coste directo por hora es de 15,64. Para el equipo informático, se ha empleado la tabla de amortización de la UPV, que para equipos informáticos es de 6 años. Teniendo en cuenta 45 semanas al año, y 40 horas a la semana (8 al día), se tiene un total de 10.800h. Para un equipo informático de valor 1.500€, su amortización será aproximadamente de 0,14€/h.

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
1	Aprendizaje de los programas	h	€/h	€
1.1	Ingeniero ayudante	30	15,64	469,2
1.2	Equipo informático	30	0,14	4,2
2	Búsqueda, cálculo y recogida datos	h	€/h	€
2.1	Ingeniero ayudante	20	15,64	312,8
2.2	Equipo informático	20	0,14	2,8
3	Introducción datos al programa	h	€/h	€
3.1	Ingeniero ayudante	110	15,64	1.720,4
3.2	Equipo informático	110	0,14	15,4
4	Síntesis de las medidas de mejora	h	€/h	€
4.1	Ingeniero ayudante	15	15,64	234,6
4.2	Equipo informático	7	0,14	0,98
5	Análisis de las medidas de mejora, simulaciones	h	€/h	€
5.1	Ingeniero ayudante	7,5	15,64	117,3
5.2	Equipo informático	113	0,14	15,82
6	Cálculo del coste de las medidas	h	€/h	€
6.1	Búsqueda en IVE ingeniero ayudante	10	15,64	156,4
6.2	Cálculo del importe total ingeniero ayudante	5	15,64	78,2
6.3	Búsqueda en IVE equipo informático	10	0,14	1,4
6.4	Cálculo del importe total equipo informático	5	0,14	0,7
7	Elaboración documento final	h	€/h	€
7.1	Ingeniero ayudante	100	15,64	1.564
7.2	Equipo informático	100	0,14	14
		Ud	€/ud	€
7.3	Paquete hojas	1	5	5
7.4	Encuadernado	1	7	7
7.5	Impresión	1	30	30

Tabla 68. Presupuesto estudio proyecto. Fuente: Elaboración propia.

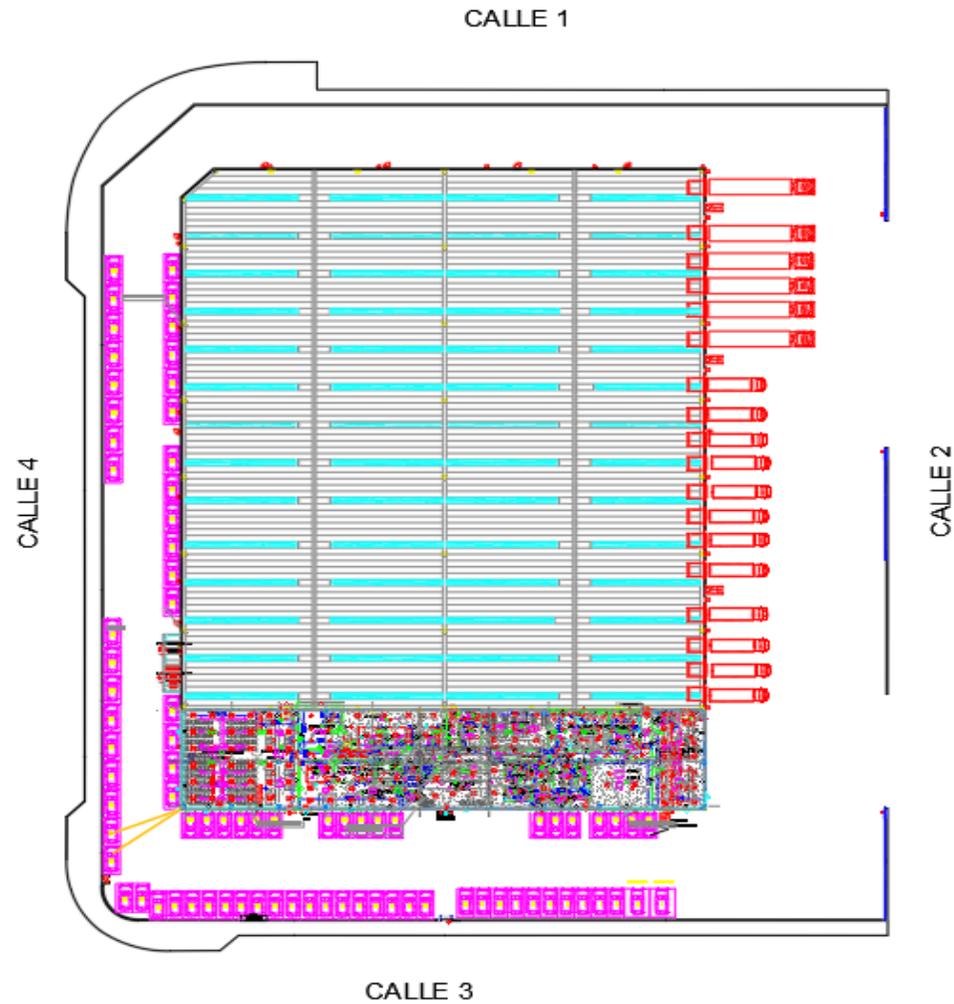
Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	PRECIO
Partida 1	Aprendizaje de los programas	473,4 €
Partida 2	Búsqueda, cálculo y recogida datos	315,6 €
Partida 3	Introducción datos al programa	1.735,8 €
Partida 4	Síntesis de las medidas de mejora	235,58 €
Partida 5	Análisis de las medidas de mejora, simulaciones	133,12 €
Partida 6	Cálculo del coste de las medidas	236,7 €
Partida 7	Elaboración documento final	1.620 €
Presupuesto ejecución material		4.750,2 €
Gastos generales (GG) (13%)		617,53 €
Beneficio Industrial (BI) (6%)		285,01 €
Presupuesto de ejecución por contrata		5.652,74 €
IVA (21%)		1.187,07 €
Presupuesto base de licitación		6.839,81 €

Tabla 69. Presupuesto base de licitación. Fuente: Elaboración propia.

Por lo que el presupuesto de licitación del “análisis de las variables de diseño de un edificio industrial de acuerdo a la normativa de limitación de consumo y demanda energética” asciende a la cantidad de:

**SEIS MIL OCHO CIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS**

## III. PLANOS



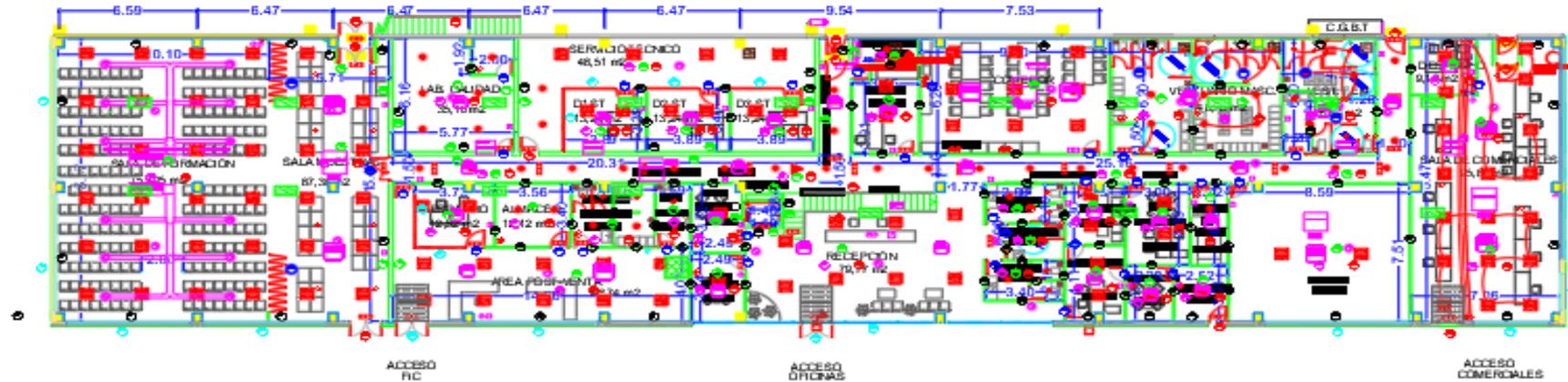
PROYECTO:  
ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL DE ACUERDO A LA NORMATIVA DE LIMITACIÓN DE CONSUMO Y DEMANDA ENERGÉTICA

PLANO:  
**PLANTA NAVE INDUSTRIAL Y OFICINAS**  
AUTOR:  
**MIGUEL ÁNGEL GIMENO GUILLEM**

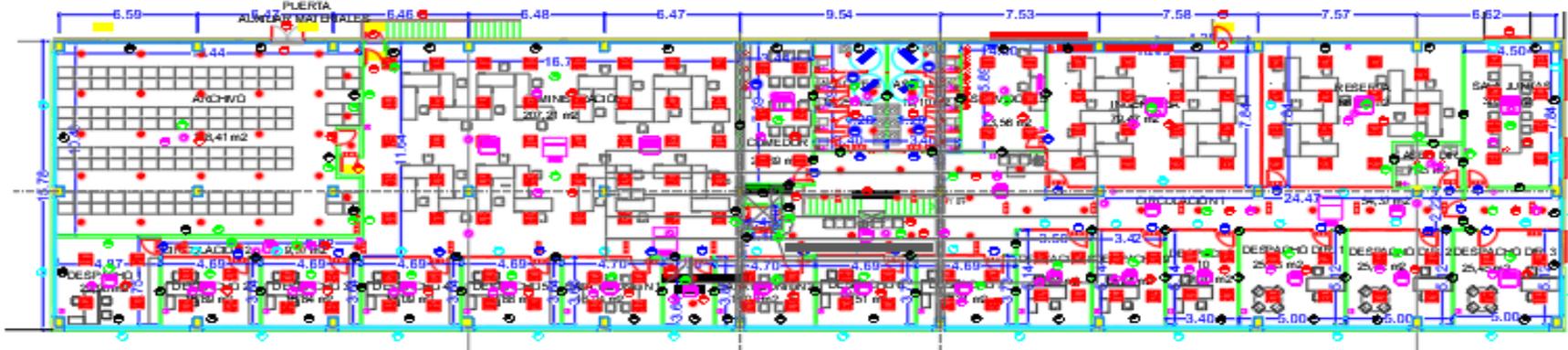
FECHA:  
**9/19**  
ESCALA:  
**1/1000**

Nº PLANO:  
**1**

PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA



PROYECTO:  
ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL DE ACUERDO A LA NORMATIVA DE LIMITACIÓN DE CONSUMO Y DEMANDA ENERGÉTICA

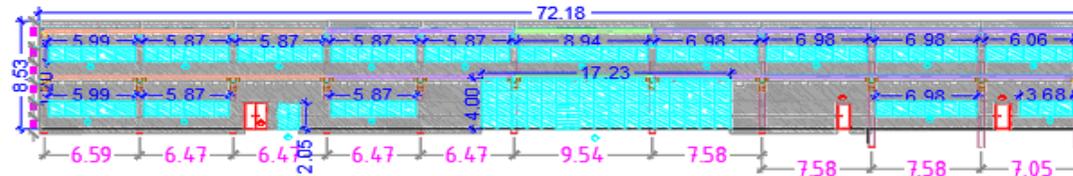
PLANO:  
PLANTA BAJA Y PRIMERA OFICINAS  
AUTOR:  
MIGUEL ÁNGEL GIMENO GUILLEM

FECHA:  
9/19  
ESCALA:  
1/325

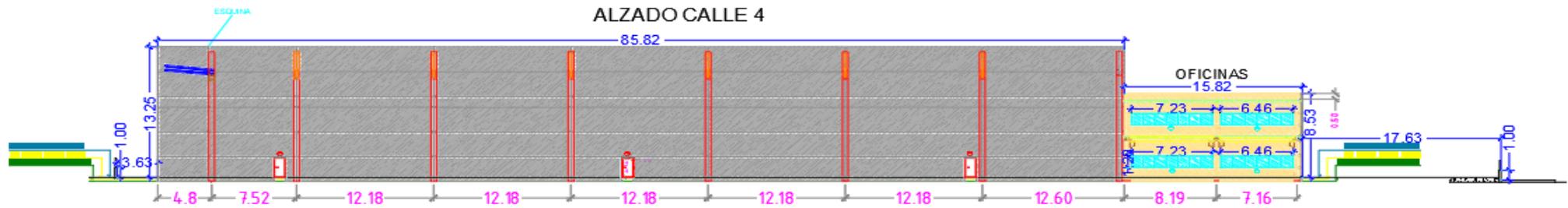
Nº PLANO:  
2



ALZADO CALLE 3



ALZADO CALLE 4



PROYECTO:  
ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL DE ACUERDO A LA NORMATIVA DE LIMITACIÓN DE CONSUMO Y DEMANDA ENERGÉTICA

PLANO:  
**ALZADO CALLES 3 Y 4**

AUTOR:  
**MIGUEL ÁNGEL GIMENO GUILLEM**

FECHA:  
**9/19**  
ESCALA:  
**1/520**

Nº PLANO:  
**4**