



UNIVERSITAT JAUME I  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

---

**ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN PARA PRODUCCIÓN  
DE ACS EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE  
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA CON APOYO DE  
CALDERA ELÉCTRICA, GASOIL Y BIOMASA.**

*TRABAJO DE FIN DE GRADO*

*AUTOR/A:*

*Francisco José Portero Millán*

*DIRECTOR/A:*

*Antonio Fabián Vela Gasulla*

*Castellón de la Plana, Julio 2020*

Quisiera agradecer a mi tutor Antonio Fabián Vela Gasulla por la ayuda en la realización del presente trabajo de fin de grado.

También me gustaría agradecer a Francisco José Colomer Mendoza por su amplia disposición a la hora de resolver dudas en la época de pandemia en la que ha transcurrido la realización del presente trabajo.

Finalmente agradecer a mi pareja por su apoyo en los buenos y malos momentos. A mi madre por educarme y por estar a mi lado siempre, y en especial a su pareja, ya que sin tener la obligación me ha ayudado a ser como soy, a poder estudiar lo que me gusta y a tratarme como un hijo más.

---

## ÍNDICE GENERAL DEL TFG

<i>MEMORIA DESCRIPTIVA</i>	<i>10</i>
<hr/>	
<i>ANEXOS</i>	<i>69</i>
<hr/>	
<i>ANEXO 1. Cálculos Justificativos</i>	<i>69</i>
<i>ANEXO 2. Fichas Técnicas de los Componentes</i>	<i>214</i>
<i>ANEXO 3. Estudio de Viabilidad Económica del Sistema de Apoyo</i>	<i>231</i>
<i>ANEXO 4. Estudio de Eficiencia Energética</i>	<i>242</i>
<i>PLIEGO DE CONDICIONES</i>	<i>250</i>
<hr/>	
<i>MEDICIONES Y PRESUPUESTO</i>	<i>259</i>
<hr/>	
<i>PLANOS</i>	<i>280</i>
<hr/>	

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. VISTA AÉREA DE LA VIVIENDA .....	23
ILUSTRACIÓN 2. MAPA DE LA VIVIENDA .....	24
ILUSTRACIÓN 3. CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CALOR .....	39
ILUSTRACIÓN 4. CARACTERÍSTICAS FANCOIL .....	40
ILUSTRACIÓN 5. CARACTERÍSTICAS REJILLA DE IMPULSIÓN .....	41
ILUSTRACIÓN 6. CARACTERÍSTICAS REJILLA DE RETORNO .....	42
ILUSTRACIÓN 7. CARACTERÍSTICAS CAPTADOR SOLAR .....	49
ILUSTRACIÓN 8. CURVA RENDIMIENTO CAPTADOR SOLAR .....	50
ILUSTRACIÓN 9. CARACTERÍSTICAS DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN .....	51
ILUSTRACIÓN 10. CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CIRCULACIÓN .....	52
ILUSTRACIÓN 11. CARACTERÍSTICAS VASO DE EXPANSIÓN .....	53
ILUSTRACIÓN 12. PROPIEDADES FLUIDO CALOPORTADOR .....	54
ILUSTRACIÓN 13. CARACTERÍSTICAS REGULADOR TÉRMICO .....	56
ILUSTRACIÓN 14. CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA DE GASOIL .....	59
ILUSTRACIÓN 15. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA CALDERA DE GASOIL .....	60
ILUSTRACIÓN 16. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN .....	65
ILUSTRACIÓN 17. SOLERA 1 .....	85
ILUSTRACIÓN 18. SOLERA 2 .....	87
ILUSTRACIÓN 19. FACHADA 1 .....	90
ILUSTRACIÓN 20. FACHADA 2 .....	93
ILUSTRACIÓN 21. FACHADA 3 .....	95
ILUSTRACIÓN 22. CUBIERTA 1 .....	104
ILUSTRACIÓN 23. CUBIERTA 2 .....	107
ILUSTRACIÓN 24. CUBIERTA 3 .....	109
ILUSTRACIÓN 25. TABIQUERÍA 1 .....	111
ILUSTRACIÓN 26. TABIQUERÍA 2 .....	112
ILUSTRACIÓN 27. TABIQUERÍA 3 .....	114
ILUSTRACIÓN 28. TABIQUERÍA 4 .....	115
ILUSTRACIÓN 29. TABIQUERÍA 5 .....	116
ILUSTRACIÓN 30. TABIQUERÍA 6 .....	118
ILUSTRACIÓN 31. CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CALOR .....	147
ILUSTRACIÓN 32. CARACTERÍSTICAS FANCOIL .....	149
ILUSTRACIÓN 33. CARACTERÍSTICAS REJILLAS DE RETORNO .....	152
ILUSTRACIÓN 34. CARACTERÍSTICAS REJILLAS DE IMPULSIÓN .....	153
ILUSTRACIÓN 35. RADIACIÓN GLOBAL MENSUAL EN BENICASIM .....	157
ILUSTRACIÓN 36. ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL CAPTADOR .....	166
ILUSTRACIÓN 37. ÁNGULO DE AZIMUT DEL CAPTADOR .....	167
ILUSTRACIÓN 38. RENDIMIENTOS DEL CAPTADOR .....	167
ILUSTRACIÓN 39. CARACTERÍSTICAS CAPTADOR SOLAR .....	169
ILUSTRACIÓN 40. RENDIMIENTO CAPTADOR SOLAR .....	170
ILUSTRACIÓN 41. CARACTERÍSTICAS SOPORTE DEL CAPTADOR .....	171
ILUSTRACIÓN 42. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN .....	173
ILUSTRACIÓN 43. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN .....	174
ILUSTRACIÓN 44. DIÁMETROS NORMALIZADOS .....	176

ILUSTRACIÓN 45. COEFICIENTE K EN ELEMENTOS SINGULARES .....	179
ILUSTRACIÓN 46. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	182
ILUSTRACIÓN 47. CARACTERÍSTICAS VASO DE EXPANSIÓN .....	185
ILUSTRACIÓN 48. CARACTERÍSTICAS FLUIDO CALOPORTADOR.....	187
ILUSTRACIÓN 49. CARACTERÍSTICAS REGULADOR TÉRMICO .....	188
ILUSTRACIÓN 50. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CALDERA ELÉCTRICA .....	191
ILUSTRACIÓN 51. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS CALDERA ELÉCTRICA .....	192
ILUSTRACIÓN 52. CARACTERÍSTICAS CALDERA DE BIOMASA .....	193
ILUSTRACIÓN 53. CARACTERÍSTICAS DEPÓSITO DE BIOMASA .....	195
ILUSTRACIÓN 54. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CALDERA DE GASOIL .....	196
ILUSTRACIÓN 55. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS CALDERA DE GASOIL .....	196
ILUSTRACIÓN 56. DERIVACIONES Y RAMALES DE ENLACE 1 .....	205
ILUSTRACIÓN 57. DERIVACIONES Y RAMALES DE ENLACE 2 .....	206
ILUSTRACIÓN 58. CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	213
ILUSTRACIÓN 59. CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CALOR.....	217
ILUSTRACIÓN 60. CARACTERÍSTICAS FANCOIL.....	218
ILUSTRACIÓN 61. CARACTERÍSTICAS REJILLA DE RETORNO .....	219
ILUSTRACIÓN 62. CARACTERÍSTICAS REJILLAS DE IMPULSIÓN .....	220
ILUSTRACIÓN 63. CARACTERÍSTICAS CAPTADOR SOLAR .....	221
ILUSTRACIÓN 64. CARACTERÍSTICAS DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN .....	222
ILUSTRACIÓN 65. CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	223
ILUSTRACIÓN 66. CARACTERÍSTICAS VASO DE EXPANSIÓN .....	224
ILUSTRACIÓN 67. CARACTERÍSTICAS FLUIDO CALOPORTADOR.....	225
ILUSTRACIÓN 68. CARACTERÍSTICAS REGULADOR TÉRMICO .....	226
ILUSTRACIÓN 69. CARACTERÍSTICAS CALDERA ELÉCTRICA .....	227
ILUSTRACIÓN 70. CARACTERÍSTICAS CALDERA DE BIOMASA .....	228
ILUSTRACIÓN 71. CARACTERÍSTICAS CALDERA DE GASOIL.....	229
ILUSTRACIÓN 72. CARACTERÍSTICAS BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	230
ILUSTRACIÓN 73. IMAGEN DE LA VIVIENDA, CYPE .....	245
ILUSTRACIÓN 74. PLANO DE SITUACIÓN DE LA VIVIENDA.....	246
ILUSTRACIÓN 75. ENVOLVENTE TÉRMICA, LIDER-CALENER (HULC) .....	247
ILUSTRACIÓN 76. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA.....	249

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA.....	25
TABLA 2. DENSIDAD DE OCUPACIÓN.....	25
TABLA 3. OCUPACIÓN MÁXIMA DE LA VIVIENDA .....	26
TABLA 4. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA INTERIOR .....	29
TABLA 5. CAUDALES MÍNIMOS PARA VENTILACIÓN DE CAUDAL CONSTANTE EN LOCALES HABITABLES .....	30
TABLA 6. VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE .....	32
TABLA 7. CLASES DE FILTRACIÓN .....	33
TABLA 8. CONDICIONES GENERALES.....	34
TABLA 9. RESUMEN CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN.....	35
TABLA 10. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN EN VIVIENDA.....	35
TABLA 11. RESUMEN CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN.....	35
TABLA 12. CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN EN VIVIENDA.....	36
TABLA 13. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CALEFACCIÓN .....	38
TABLA 14. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REFRIGERACIÓN .....	38
TABLA 15. DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL DE LA VIVIENDA.....	44
TABLA 16. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA PARA ACS .....	45
TABLA 17. PARÁMETROS TÉCNICOS DE LAS CALDERAS .....	57
TABLA 18. PARÁMETROS ECONÓMICOS DE LAS CALDERAS.....	58
TABLA 19. RESUMEN RESULTADOS ECONÓMICOS DE LA BIOMASA.....	58
TABLA 20. RESUMEN RESULTADOS ECONÓMICOS DEL GASOIL .....	59
TABLA 21. DIMENSIONAMIENTO DE LAS ACOMETIDAS.....	62
TABLA 22. DIMENSIONAMIENTO DE LOS TUBOS DE ALIMENTACIÓN.....	63
TABLA 23. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES PARTICULARES.....	64
TABLA 24. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA .....	77
TABLA 25. CAUDALES MÍNIMOS PARA VENTILACIÓN DE CAUDAL CONSTANTE EN LOCALES HABITABLES .....	78
TABLA 26. VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE .....	80
TABLA 27. CLASES DE FILTRACIÓN .....	81
TABLA 28. CONDICIONES GENERALES.....	83
TABLA 29. MATERIALES EMPLEADOS .....	121
TABLA 30. PUENTES TÉRMICOS ENCUESTRO DE FACHADA CON SUELO.....	123
TABLA 31. PUENTES TÉRMICOS ENCUESTRO DE FACHADA CON CUBIERTA .....	124
TABLA 32. PUENTES TÉRMICOS ENCUESTRO ENTRE FACHADAS .....	124
TABLA 33. CARGAS TÉRMICAS ENCUESTRO DE FACHADA CON CARPINTERÍA.....	125
TABLA 34. POTENCIA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN EN DORMITORIO 1.....	132
TABLA 35. POTENCIA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN EN DORMITORIO 2.....	133
TABLA 36. POTENCIA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN EN DORMITORIO 3.....	134
TABLA 37. POTENCIA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN EN SALÓN-COMEDOR .....	135
TABLA 38. POTENCIA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN EN BAÑO .....	136
TABLA 39. POTENCIA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN EN COCINA .....	137
TABLA 40. RESUMEN CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN.....	138
TABLA 41. CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN EN VIVIENDA.....	138
TABLA 42. CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN EN DORMITORIO 1.....	139
TABLA 43. CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN EN DORMITORIO 2.....	140
TABLA 44. CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN EN DORMITORIO 3.....	141

TABLA 45. CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN EN SALÓN-COMEDOR .....	142
TABLA 46. CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN EN COCINA .....	143
TABLA 47. RESUMEN CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN.....	144
TABLA 48. CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN EN VIVIENDA.....	144
TABLA 49. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CALEFACCIÓN .....	146
TABLA 50. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE REFRIGERACIÓN .....	146
TABLA 51. DIMENSIONAMIENTO FANCOIL.....	148
TABLA 52. DIMENSIONAMIENTO CONDUCTOS .....	150
TABLA 53. DIMENSIONAMIENTO DIFUSORES Y REJILLAS.....	151
TABLA 54. DIMENSIONAMIENTO TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN .....	154
TABLA 55. DIMENSIONAMIENTO TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN .....	155
TABLA 56. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE BENICASIM .....	156
TABLA 57. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE BENICASIM .....	156
TABLA 58. RADIACIÓN GLOBAL MEDIA ANUAL .....	157
TABLA 59. CONDICIONES DE USO .....	158
TABLA 60. DEMANDA ENERGÉTICA MENSUAL .....	158
TABLA 61. DEMANDA SEGÚN LOCAL .....	160
TABLA 62. N.º PERSONAS SEGÚN N.º DE DORMITORIOS.....	161
TABLA 63. TEMPERATURA DE RED EN BENICASIM .....	162
TABLA 64. DEMANDA ENERGÉTICA DE ACS ANUAL .....	162
TABLA 65. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA .....	163
TABLA 66. FRACCIÓN SOLAR MENSUAL CUBIERTA.....	164
TABLA 67. DISPOSICIÓN DEL CAPTADOR SOLAR.....	165
TABLA 68. LÍMITE DE PÉRDIDAS EXIGIDAS POR LOS CAPTADORES.....	166
TABLA 69. DIMENSIONAMIENTO DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN .....	172
TABLA 70. RESULTADO PÉRDIDAS DE CARGA .....	178
TABLA 71. RESULTADOS PÉRDIDAS DE CARGA EN ELEMENTOS SINGULARES .....	180
TABLA 72. PARÁMETROS DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	180
TABLA 73. CARACTERÍSTICAS DE LAS CALDERAS.....	197
TABLA 74. MATRIZ DE PESOS .....	198
TABLA 75. IMPORTANCIAS DE PARÁMETROS.....	200
TABLA 76. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO .....	202
TABLA 77. DIÁMETROS MÍNIMOS DE DERIVACIONES A LOS APARATOS .....	206
TABLA 78. DIÁMETROS MÍNIMOS DE ALIMENTACIÓN.....	207
TABLA 79. RELACIÓN ENTRE DIÁMETRO DE TUBERÍA Y CAUDAL RECIRCULADO .....	208
TABLA 80. DIMENSIONAMIENTO ACOMETIDAS .....	209
TABLA 81. DIMENSIONAMIENTO TUBOS DE ALIMENTACIÓN .....	210
TABLA 82. DIMENSIONAMIENTO INSTALACIONES PARTICULARES .....	211
TABLA 83. ALTURA MANOMÉTRICA BOMBA.....	211
TABLA 84. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO BOMBA DE CIRCULACIÓN .....	212
TABLA 85. PARÁMETROS ECONÓMICOS INDIVIDUALES Y GLOBALES DE LAS CALDERAS .....	236
TABLA 86. RESULTADOS VIABILIDAD ECONÓMICA CALDERA DE BIOMASA.....	239
TABLA 87. VALORES FINALES VIABILIDAD ECONÓMICA CALDERA BIOMASA .....	239
TABLA 88. RESULTADOS VIABILIDAD ECONÓMICA GASOIL.....	240
TABLA 89. VALORES FINALES VIABILIDAD ECONÓMICA GASOIL .....	240
TABLA 90. HUECOS Y LUCERNARIOS, LIDER-CALENER (HULC) .....	247

TABLA 91. GENERADOR DE CALEFACCIÓN .....	248
TABLA 92. GENERADOR DE REFRIGERACIÓN .....	248
TABLA 93. SISTEMA DE APOYO .....	248
TABLA 94. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN .....	256
TABLA 95. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	257
TABLA 96. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA .....	257
TABLA 97. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL (PEM) .....	278
TABLA 98. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC).....	278
TABLA 99. PRESUPUESTO TOTAL.....	279



# ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. VELOCIDAD DEL AIRE CON PPD DE 15% .....	31
ECUACIÓN 2. VELOCIDAD DEL AIRE PARA PPD MENORES DE 10% .....	31
ECUACIÓN 3. VELOCIDAD DEL AIRE CON PPD DE 15% .....	79
ECUACIÓN 4. VELOCIDAD DEL AIRE PARA PPD MENORES AL 10% .....	79
ECUACIÓN 5. CARGA DE RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN POR PAREDES Y TECHOS EXTERIORES .....	121
ECUACIÓN 6. TEMPERATURA EXTERIOR DE DISEÑO .....	122
ECUACIÓN 7. CARGA DE TRANSMISIÓN POR PAREDES Y TECHOS .....	122
ECUACIÓN 8. CARGA DE RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE UN CRISTAL .....	123
ECUACIÓN 9. FACTOR DE REDUCCIÓN DE RECINTOS CALEFACTADOS .....	126
ECUACIÓN 10. COEFICIENTE DE PÉRDIDA DEL ESPACIO CALEFACTADO HACIA EL NO CALEFACTADO .....	126
ECUACIÓN 11. COEFICIENTE DE PÉRDIDA DEL ESPACIO NO CALEFACTADO HACIA EL EXTERIOR .....	126
ECUACIÓN 12. COEFICIENTE DE PÉRDIDA DEL SUELO CALEFACTADO HACIA EL NO CALEFACTADO .....	126
ECUACIÓN 13. COEFICIENTE DE PÉRDIDA DEL SUELO NO CALEFACTADO HACIA EL EXTERIOR .....	126
ECUACIÓN 14. COEFICIENTE DE PÉRDIDA POR EL SUELO EN RÉGIMEN ESTACIONARIO .....	127
ECUACIÓN 15. COEFICIENTE DE PÉRDIDA 1 .....	127
ECUACIÓN 16. COEFICIENTE DE PÉRDIDA 2 .....	127
ECUACIÓN 17. CONSUMO DE AIRE ENTRE EL ESPACIO CALEFACTADO Y EL NO CALEFACTADO .....	128
ECUACIÓN 18. CONSUMO DE AIRE ENTRE EL ESPACIO NO CALEFACTADO Y EL EXTERIOR .....	128
ECUACIÓN 19. CONSUMO .....	159
ECUACIÓN 20. DEMANDA TÉRMICA .....	159
ECUACIÓN 21. DEMANDA ENERGÉTICA .....	161
ECUACIÓN 22. N.º DE CAPTADORES .....	170
ECUACIÓN 23. VOLUMEN DE ACUMULACIÓN .....	172
ECUACIÓN 24. DIÁMETRO DE TUBERÍA .....	175
ECUACIÓN 25. PÉRDIDAS DE CARGA SEGÚN DARCY-WEISBACH .....	177
ECUACIÓN 26. N.º DE REYNOLDS .....	177
ECUACIÓN 27. FACTOR DE FRICCIÓN .....	178
ECUACIÓN 28. PÉRDIDAS DE CARGA EN ELEMENTOS SINGULARES .....	179
ECUACIÓN 29. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL CONJUNTO DE CAPTACIÓN .....	181
ECUACIÓN 30. POTENCIA DE LA BOMBA .....	181
ECUACIÓN 31. CAPACIDAD DEL VASO DE EXPANSIÓN .....	183
ECUACIÓN 32. COEFICIENTE DE EXPANSIÓN DEL FLUIDO .....	183
ECUACIÓN 33. FACTOR DE CORRELACIÓN .....	184
ECUACIÓN 34. COEFICIENTE DE PRESIÓN .....	184
ECUACIÓN 35. POTENCIA DE LA CALDERA .....	189
ECUACIÓN 36. CONSUMO ENERGÉTICO DE BIOMASA .....	194
ECUACIÓN 37. PESO DE CADA PARÁMETRO .....	198
ECUACIÓN 38. PESO DE CADA PARÁMETRO NORMALIZADO .....	199
ECUACIÓN 39. IMPORTANCIA DE CADA PARÁMETRO .....	199
ECUACIÓN 40. DECISIÓN FINAL .....	200
ECUACIÓN 41. FACTOR DE FRICCIÓN .....	203
ECUACIÓN 42. PÉRDIDAS DE CARGA .....	203
ECUACIÓN 43. CAUDAL SIMULTÁNEO .....	204
ECUACIÓN 44. VALOR ACTUAL NETO (VAN) .....	237

ECUACIÓN 45. INTERÉS REAL.....	237
ECUACIÓN 46. FACTOR DE CAJA.....	238
ECUACIÓN 47. TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR).....	238
ECUACIÓN 48. PERIODO DE RETORNO.....	238

# ***MEMORIA DESCRIPTIVA***

---

# ÍNDICE

1.1	INTRODUCCIÓN.....	14
1.1.1	Energía Solar Térmica.....	15
1.2	ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN.....	17
1.3	OBJETIVOS .....	18
1.4	NORMAS Y REFERENCIAS APLICABLES.....	19
1.4.1	Legislación.....	19
1.4.2	Bibliografía.....	19
1.4.3	Herramientas y Programas de Cálculo .....	21
1.5	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	22
1.6	REQUISITOS DE DISEÑO .....	23
1.6.1	Emplazamiento .....	23
1.6.2	Uso de la vivienda .....	24
1.6.3	Distribución .....	24
1.6.4	Ocupación.....	25
1.7	CARGAS TÉRMICAS .....	27
1.7.1	Condiciones Externas.....	27
1.7.1.1	Situación Geográfica.....	27
1.7.1.2	Zona Climática .....	27
1.7.1.3	Condiciones Exteriores en Verano .....	28
1.7.1.4	Condiciones Exteriores en Invierno.....	28
1.7.2	Condiciones Internas .....	29
1.7.2.1	Temperatura y Humedad relativa.....	29
1.7.2.2	Calidad del Aire Interior .....	29
1.7.2.3	Caudal Mínimo del Aire Exterior de Ventilación .....	30
1.7.2.4	Velocidad del Aire.....	31
1.7.2.5	Calidad del Aire Exterior.....	32
1.7.2.6	Filtración del Aire Exterior Mínimo de Ventilación.....	32
1.7.2.7	Calidad Acústica .....	33
1.7.3	Condiciones Generales .....	34
1.7.4	Resumen de las Cargas Térmicas.....	35

1.7.4.1	Calefacción .....	35
1.7.4.2	Refrigeración .....	35
1.8	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	37
1.8.1	Descripción del Sistema .....	37
1.8.2	Especificaciones Técnicas para la Climatización.....	38
1.8.3	Componentes de la Instalación de Calefacción.....	39
1.8.3.1	Bomba de Calor .....	39
1.8.3.2	Fan Coil .....	40
1.8.3.3	Rejilla de Impulsión .....	41
1.8.3.4	Rejilla de Retorno .....	42
1.9	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	44
1.9.1	Necesidades de ACS.....	44
1.9.2	Contribución Solar Mínima para ACS .....	45
1.9.3	Descripción del Sistema .....	46
1.9.4	Componentes de la Instalación Solar Térmica .....	48
1.9.4.1	Captador Solar .....	48
1.9.4.2	Depósito de Acumulación.....	50
1.9.4.3	Bomba Circuladora.....	52
1.9.4.4	Vaso de Expansión .....	53
1.9.4.5	Fluido Caloportador.....	54
1.9.4.6	Sistema de Control.....	55
1.9.5	Sistema de Apoyo .....	56
1.10	INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA .....	61
1.10.1	Descripción de la Instalación .....	61
1.10.2	Acometidas .....	62
1.10.3	Tubos de Alimentación .....	63
1.10.4	Instalaciones Particulares .....	64
1.10.5	Bomba de Circulación.....	65
1.11	PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA LEGIONELOSIS.....	66
1.11.1	Legionela y su Desarrollo.....	66
1.11.2	Medidas de Protección y Prevención.....	67



## 1.1 INTRODUCCIÓN

Las energías renovables son un tipo de energía que proviene de una fuente inagotable. Esta fuente inagotable es toda aquella que se puede aprovechar de la naturaleza como es el caso del viento, el agua, el sol, etc. Cada vez más este tipo de energía está más presente en la vida debido a su alto impacto positivo producido en el medioambiente, surgida como consecuencia a uno de los problemas más importantes que ocurren hoy en día como es el cambio climático.

Desde el punto de vista doméstico, se encuentra un consumo energético elevado el cual hace que cada vez más sea necesario implementar este tipo de aprovechamiento energético sostenible en las viviendas para poco a poco ir disminuyendo el impacto medioambiental que estas producen. Dentro de este tipo de instalaciones, como son las viviendas unifamiliares, la utilización de la radiación solar como forma de producción de energía térmica es una de las energías renovables más usadas, así como la aerotermia, donde el aire es el protagonista.

Uno de los aspectos más importantes que se encuentran en una vivienda es la producción de agua caliente sanitaria. Este tipo de proceso en el que se calienta el agua para el consumo humano es una manera más en el que el aprovechamiento energético natural influye en ese descenso del impacto medioambiental.

Otro de los aspectos es la climatización, la cuál es muy importante para alcanzar el mayor confort controlando aspectos como la temperatura, humedad y presión dentro de un espacio determinado. De la misma manera que la producción de agua caliente sanitaria, la climatización también influye de una manera en la que las energías renovables tienen una función fundamental para un desarrollo sostenible.

Desde hace más de 10 años, la historia de la energía solar térmica empezó a convertirse en actualidad. A medida que se iban construyendo edificaciones, las normativas obligaban a determinados edificios incluir placas para poder aprovechar la energía solar. Debido a esto, el uso de este tipo de energía ha ido en aumento. No obstante, debido a que han ocurrido ciertos hechos en la historia más reciente y que no se han destinado los fondos suficientes en la investigación de este tipo de aprovechamiento energético, no se ha podido conseguir el máximo potencial.

Con el acuerdo 20/20/20, España tiene que empezar a dedicar más tiempo a este tipo de energías para ponerse a la par de los demás países de la Unión Europea. Con este acuerdo se quiere conseguir que en el 2020 se incremente un 20% el uso de las fuentes provenientes de las energías renovables a la vez que el consumo de combustibles fósiles se reduce. En determinadas comunidades aún es posible acceder a algún tipo de subvención para la instalación de placas para el uso de la energía solar térmica, entre otras.

Para que todo esto pueda ser llevado a cabo de una manera correcta y legal, se debe seguir la normativa pertinente como es el cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) el cual es el reglamento español que regula lo relativo al diseño, instalación y mantenimiento de las instalaciones de climatización y de producción de agua caliente sanitaria.

### **1.1.1 Energía Solar Térmica**

La energía solar térmica es una forma de aprovechamiento energético en la que se capta energía solar radiante para transformarla en energía térmica que se distribuye a través de un fluido caloportador. Los usos principales de estos sistemas pueden ser de uso particular como pueden ser piscinas climatizadas, producción de agua caliente sanitaria en una vivienda unifamiliar y suelo radiante. También pueden ser de uso industrial donde puede ser implementado en cualquier sistema donde se necesite calor. Normalmente una instalación solar térmica está formada por un circuito primario, un circuito secundario y un circuito de consumo.

En la etapa de captación, donde se encuentra la placa solar térmica, se absorbe la radiación y se transfiere al fluido caloportador en forma de energía térmica. Este fenómeno se produce debido a la forma de construcción de los colectores solares. Estos tienen como principal método de funcionamiento el efecto invernadero producido en la cubierta, la cual es transparente a la radiación solar pero opaca a los rayos infrarrojos. En esta etapa circula el fluido caloportador por el circuito primario.

El circuito primario y circuito secundario están separados, como indica el Código Técnico de la Edificación, y se unen por un intercambiador de calor, formando así la segunda etapa llamada etapa de intercambio. Este proceso de intercambio de calor puede producirse en el interior o en el exterior. En el interior se produce dentro del propio



sistema de acumulación mediante un intercambiador de serpentín o por un intercambiador de doble envolvente. Cuando el intercambio se produce en el exterior se suele utilizar un intercambiador de placas debido a su pequeño tamaño y fácil mantenimiento.

Dentro del circuito secundario se encuentra el sistema de acumulación, el más importante en este circuito. Está formado por un depósito el cuál almacena agua caliente para ser consumida cuando la demanda así lo indique.

Finalmente, en el circuito de consumo encontramos el sistema de apoyo o sistema de energía auxiliar cuya principal función es completar esa demanda de agua caliente sanitaria total que el sistema de energía solar no puede producir en su totalidad por sí mismo. Este sistema de apoyo puede ser instantáneo o con un sistema de acumulación secundario. En el caso del directo o instantáneo están las calderas de gas modulante y los calostatos eléctricos, que se ponen en funcionamiento cuando es realmente necesario. En el sistema de apoyo con sistema de acumulación secundario se produce la energía necesaria que complementa a la energía producida por el sistema de acumulación primaria.

Todo este sistema esta complementado por el sistema de regulación y control encargado de que todo funcione correctamente según las especificaciones programadas. Controla principalmente la temperatura en el campo de captadores y en el sistema de acumulación. Este sistema está formado por sondas de temperaturas, termostatos y un panel de control donde se pueda visualizar y controlar, si fuera el caso, los parámetros principales de la instalación.

La instalación está compuesta por tuberías, válvulas y bombas de recirculación para que el sistema de transporte de energía se realice correctamente.

## 1.2 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo fin de grado surge a partir de la necesidad de producción de energía básica en una vivienda unifamiliar como es la de agua caliente sanitaria y la climatización. Mediante este proyecto se pretende dar cumplimiento a lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, que desde el 2006 regula los requisitos básicos de calidad que deben cumplir los edificios, así como sus instalaciones, para cumplir con las normas básicas de seguridad y habitabilidad establecidas en la Ley Orgánica de la Edificación.

Dentro de estos requisitos básicos se encuentra el ahorro de energía y aislamiento térmico. Este requisito, como todos los demás, deben cumplirse en la planificación, construcción, mantenimiento y conservación de los edificios y sus instalaciones. En el Reglamento para el Ahorro de la Energía se solicita una limitación de la demanda de la energía, una contribución solar mínima al agua caliente sanitaria y una eficiencia de las instalaciones térmicas regulada mediante unos puntos tratados en el Reglamento de Instalaciones Térmicas y Edificios.

Se pretende describir las diferentes modificaciones realizadas aprovechando los recursos naturales como es el caso de la energía solar para la producción de agua caliente sanitaria y climatización, debido a la gran necesidad que ha estado surgiendo durante estos últimos años en la utilización de energías renovables como medida principal de producción de energía. Por ello, se presentan diversas soluciones para ver cuál de ella es la óptima económicamente hablando a medio y largo plazo. Estas soluciones se vienen reflejadas en tres diferentes instalaciones de apoyo a la de energía solar térmica las cuales son una caldera alimentada con biomasa, alimentada con gasoil y alimentada con electricidad.

### 1.3 OBJETIVOS

El presente proyecto tiene como objeto el estudio y diseño de una instalación de agua caliente sanitaria y climatización de una vivienda unifamiliar ya construida en la ciudad de Benicasim, provincia de Castellón de la Plana, aprovechando la energía solar mediante placas de energía solar térmica y un sistema de apoyo constituido por tres variantes diferentes (caldera de biomasa, gasoil o eléctrica).

Para poder alcanzar este objeto principal se realiza un cálculo de las cargas térmicas de las diferentes áreas de la zona para poder diseñar un sistema de climatización y ACS que cumpla con las especificaciones marcadas en el Código Técnico de la Edificación.

Desde el punto de vista del bienestar, se debe conseguir el mejor estado posible para los ocupantes en todas las épocas del año de la manera más eficiente posible.

Se realiza un estudio de disposición de las placas solares en la mejor posición para que estas puedan tener un rendimiento más apropiado en relación con la situación climática en la que van a ser dispuestas.

Con todo lo nombrado anteriormente, se dispone a diseñar las tres instalaciones realizando un estudio de cada una de ellas para poder observar cuál es la mejor económicamente. Se realiza un estudio de viabilidad económica para poder encontrar la mejor solución.

A continuación, se aportan los métodos de cálculo implementados, así como los cálculos para la ejecución de dicho proyecto. Finalmente se presentan los costes y el presupuesto de ejecución final de la instalación.

## 1.4 NORMAS Y REFERENCIAS APLICABLES

### 1.4.1 Legislación

- Código Técnico de la EDIFICACIÓN (CTE), (Real Decreto 314/2006).
  - Documento Básico SI: Seguridad en Caso de Incendio.
    - Sección SI 3: Evacuación de Ocupantes.
  - Documento Básico HE: Ahorro de Energía.
    - Sección HE 0: Limitación del Consumo Energético.
    - Sección HE 1: Limitación de Demanda Energética.
    - Sección HE 4: Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.
  - Documento Básico HS: Salubridad
    - Sección HS 3: Calidad del Aire Interior.
    - Sección HS 4: Suministro de Agua.
  - Documento Básico HR: Protección contra el Ruido.
    - Sección HR 3.3: Ruido y Vibraciones de las Instalaciones.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) Y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). (Real Decreto (1027/2007)).
- Modificaciones y correcciones de errores de RITE aprobadas hasta la publicación del Real Decreto RD 56/2016.
- Normas UNE incluidas en el RITE.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- Norma UNE 100030:2005N Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de la legionela en instalaciones.

### 1.4.2 Bibliografía

- *INGEMECÁNICA (2018). TUTORIAL N°188, INSTALACIONES TERMOSOLARES PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS). RECUPERADO DE [HTTPS://INGEMECANICA.COM/TUTORIALSEMANAL/TUTORIALN188.HTML](https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn188.html)*

- LAPESA GRUPO EMPRESARIAL S.L. (2018). PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA LEGIONELOSIS EN INSTALACIONES DE ACS. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.LAPESA.ES/SITES/DEFAULT/FILES/LEGIONELA\\_C\\_4.PDF](http://www.lapesa.es/sites/default/files/legionela_c_4.pdf)
- VÁLVULAS ARCO (VIERNES 1 DE FEBRERO, 2019). INSTALACIÓN SOLAR, COMPONENTES Y VÁLVULAS PARA PLACAS SOLARES. RECUPERADO DE [HTTP://BLOG.VALVULASARCO.COM/INSTALACION-SOLAR-COMPONENTES-VALVULAS-PARA-PLACAS-SOLARES](http://blog.valvulasarco.com/instalacion-solar-componentes-valvulas-para-placas-solares)
- IDOIA ARNABAT (VIERNES 6 DE SEPTIEMBRE, 2013). EQUILIBRADO HIDRÁULICO Y REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN Y ACS. RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.CALORYFRIO.COM/CALEFACCION/HERRAMIENTAS-Y-REGULACION/EQUILIBRADO-HIDRAULICO-REGULACION-TEMPERATURA-REDES-DISTRIBUCION-ACS-HTML.HTML](https://www.caloryfrio.com/calefaccion/herramientas-y-regulacion/equilibrado-hidraulico-regulacion-temperatura-redes-distribucion-ac.html)
- COINTRA (2020). ¿QUÉ ES UN VASO DE EXPANSIÓN Y PARA QUÉ SIRVE? RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.COINTRA.ES/BLOG-VASO-EXPANSION-SIRVE/](https://www.cointra.es/blog-vaso-expansion-sirve/)
- IBERSOLAR (2020). CATÁLOGO ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.IBERSOLAR.COM/](https://www.ibersolar.com/)
- CARLOS (5 DE OCTUBRE, 2015). ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AIRE-AGUA? RECUPERADO DE [HTTPS://NERGIZA.COM/QUE-ES-UN-SISTEMA-DE-CLIMATIZACION-AIRE-AGUA/](https://nergiza.com/que-es-un-sistema-de-climatizacion-aire-agua/)
- ADRASE (2020). ACCESO DE DATOS DE RADIACIÓN SOLAR DE ESPAÑA. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.ADRASE.COM/](http://www.adrase.com/)
- OPENCLIMAONLINE (2 DE JULIO, 2018). TERMOS ELÉCTRICOS PARA AGUA CALIENTE. RECUPERADO DE [HTTPS://BLOG.OPENCLIMA.COM/TERMOS-ELECTRICOS-PARA-AGUA-CALIENTE/](https://blog.openclima.com/termos-electricos-para-agua-caliente/)

- *IBERDORLA (2020). PRECIOS DE TARIFA ELÉCTRICA. RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.IBERDROLA.ES/](https://www.iberdrola.es/)*
- *EXPANSIÓN / DATOSMACRO (6 DE ENERO, 2020). PRECIOS DE LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO: ESPAÑA. RECUPERADO DE [HTTPS://DATOSMACRO.EXPANSION.COM/ENERGIA/PRECIOS-GASOLINA-DIESEL-CALEFACCION/ESPANA?ANIO=2004](https://datosmacro.expansion.com/energia/precios-gasolina-diesel-calefaccion/espana?anio=2004)*
- *TARIFASGASLUZ (2020). TARIFAS Y COMPARATIVA. RECUPERADO DE [HTTPS://TARIFASGASLUZ.COM/FAQ/PRECIO-KWH](https://tarifasgasluz.com/faq/precio-kwh)*
- *ENERGÉTICA (2018). EL PRECIO DE LA BIOMASA SIGUE ESTABLE Y ES LA OPCIÓN MÁS ECONÓMICA PARA CALEFACCIÓN EN 2018. RECUPERADO DE [HTTP://ENERGETICA21.COM/NOTICIA/EL-PRECIO-DE-LA-BIOMASA-SIGUE-ESTABLE-Y-ES-LA-OPCION-MAS-ECONOMICA-PARA-CALEFACCION-EN-2018](http://energetica21.com/noticia/el-precio-de-la-biomasa-sigue-estable-y-es-la-opcion-mas-economica-para-calefaccion-en-2018)*
- *CLICKGASOIL (2 DE MAYO, 2019). ¿CUÁL ES LA VIDA ÚTIL DE LAS CALDERAS? RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.CLICKGASOIL.COM/BLOG/CUAL-ES-LA-VIDA-UTIL-DE-LAS-CALDERAS](https://www.clickgasoil.com/blog/cual-es-la-vida-util-de-las-calderas)*

### 1.4.3 Herramientas y Programas de Cálculo

- Autodesk AutoCAD 2020. Software de diseño asistido por ordenador para dibujos en 2D y 3D.
- CYPE 2020. Software de arquitectura, ingeniería y construcción.
  - CYPECAD MEP. Software para el diseño y dimensionado de la envolvente, la distribución y las instalaciones del edificio sobre un modelo 3D integrado con los distintos elementos de un edificio.
- LÍDER-CALENER (HULC). Software que facilita la verificación del CTE DB-HE 2019 y emite un informe para la Certificación energética de edificios.

## 1.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- TFG Trabajo de Fin de Grado.
- ACS Agua Caliente Sanitaria.
- CTE Código Técnico de la Edificación.
- RITE Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- ITC Instrucciones Técnicas Competentes.
- UNE Una Norma Española.
- PPD Porcentaje Estimado de Insatisfechos.
- IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- TS Temperatura Seca.
- OMD Oscilación Media Diaria.
- OMA Oscilación Media Anual.
- HR Humedad relativa.
- TH Temperatura Húmeda.
- THC Temperatura Húmeda Coincidente.
- VAN Valor Actual Neto.
- TIR Tasa Interna de Rentabilidad.
- PR Periodo de Retorno.

## 1.6 REQUISITOS DE DISEÑO

### 1.6.1 Emplazamiento

La vivienda se encuentra situada a las afueras de la capital de la provincia de Castellón de la Plana, en dirección noreste.

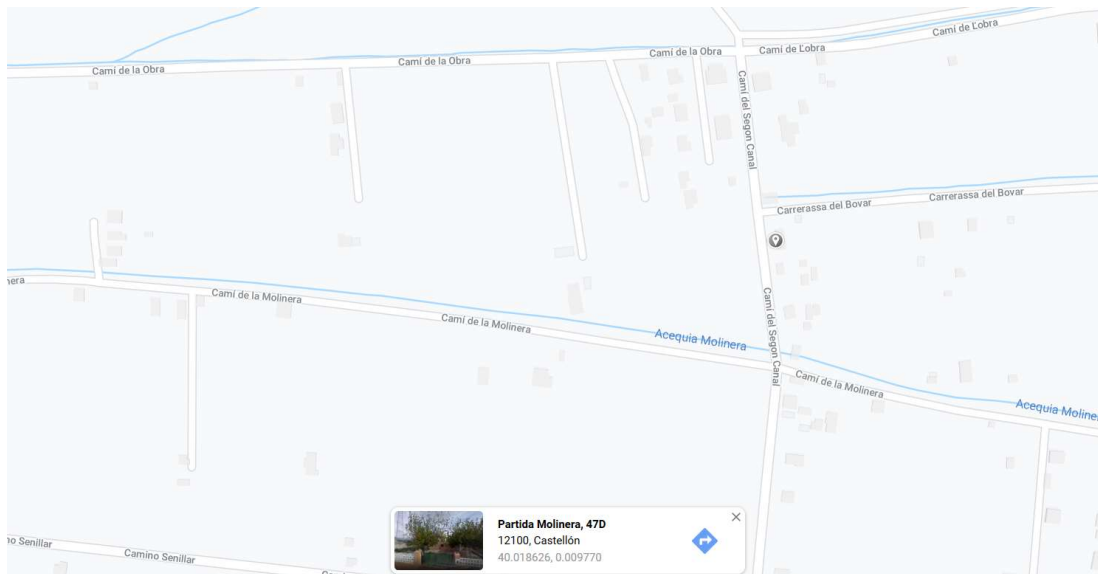
La vivienda que va a ser sometida a estudio se trata de una vivienda unifamiliar de una sola planta baja construida dentro de un terreno prácticamente en forma de cuadrado.

La zona donde ha sido construida la vivienda se encuentra construida en una zona de cultivo, en una de las esquinas de la manzana de la que forma parte, siendo esta rodeada nada más que por dos viviendas en cada uno de sus respectivos lados separadas aproximadamente 5 metros, habiendo una tierra de cultivo en la parte de delante y atrás en ausencia de vivienda en ambos casos.



*Ilustración 1. Vista Aérea de la Vivienda*





*Ilustración 2. Mapa de la Vivienda*

### 1.6.2 Uso de la vivienda

El uso al que va a ser destinado esta vivienda en cuestión es un uso anual. La mayor parte del año estará habitada, por sus cuatro habitantes, por lo que el uso será aproximadamente 300 días al año, ya que los meses de junio y julio normalmente la vivienda no estará ocupada.

### 1.6.3 Distribución

Como se ha visto anteriormente, la vivienda es de una sola planta estando distribuida de la siguiente manera: tres dormitorios (Dormitorio 1, Dormitorio 2 y Dormitorio 3), un baño, un trastero, una cocina, y un salón-comedor.

Según el RITE, concretamente la IT 1.2.4.7.2, los locales no habitables no deben climatizarse, salvo cuando se empleen fuentes de energías renovables o energía residual. A su vez también indica como local no habitable aquel no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación pueda ser excepcional, por lo que el trastero no entra dentro de esta descripción.

Recinto	Superficie (m2)	ACS	Climatización
Dormitorio 1	7.3	No	Si
Dormitorio 2	6.6	No	Si
Dormitorio 3	13.2	No	Si
Baño	5.3	Si	Si
Salón-comedor	63.6	Si	Si
Cocina	19.2	Si	Si
Trastero	15.4	No	No
<b>Total</b>	<b>130.6</b>		

*Tabla 1. Distribución de la Vivienda*

#### 1.6.4 Ocupación

La normativa que rige este apartado es el CTE, el cual indica la máxima ocupación (m<sup>2</sup>/persona) por planta. Según el Documento Básico Seguridad contra Incendios sección 3 del CTE, concretamente la tabla 2.1 Densidades de Ocupación, la ocupación es de 20 m<sup>2</sup>/persona.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m2/persona)
Residencial Vivienda	Plantas de Vivienda	20

*Tabla 2. Densidad de ocupación*

En el caso del presente proyecto, la ocupación de la vivienda es la siguiente:

Recinto	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)	Personas
Vivienda	130.6	20	7

*Tabla 3. Ocupación Máxima de la Vivienda*

## 1.7 CARGAS TÉRMICAS

Para realizar el estudio, es necesario conocer las cargas térmicas de la vivienda en cuestión. En un espacio, en nuestro caso una vivienda unifamiliar, hay algunos aspectos a controlar: temperatura, humedad, pureza del aire, presión, movimiento del aire y sonido.

### 1.7.1 Condiciones Externas

Según el ITE 2.3 del CTE, la elección de las condiciones exteriores de temperatura seca y, en su caso, de temperatura húmeda simultánea de lugar, que son necesarias para el cálculo de la demanda térmica máxima instantánea y, en consecuencia, para el dimensionamiento de equipos y aparatos, se hará en base al criterio de niveles de percentiles. Para la elección de estos niveles de percentiles se tendrán en cuenta las indicaciones de la norma UNE 100014.

#### 1.7.1.1 Situación Geográfica

La situación geográfica de la vivienda sometida a estudio es la siguiente:

- Altura sobre el nivel del mar: **15 metros.**
- Latitud: **40° 03' 36" N**
- Longitud: **00° 03' 36" E**
- Ubicación: **Benicasim, Castellón de la Plana.**

#### 1.7.1.2 Zona Climática

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía, concretamente el Anejo B Zonas Climáticas, la provincia de Castellón de la Plana con altura sobre el nivel del mar menor a 50 metros pertenece a una zona climática B3.

### 1.7.1.3 Condiciones Exteriores en Verano

Según la norma UNE 100014-84, los valores de temperatura, humedad y OMDR (1% de percentil) se calculan según un nivel de percentiles. Esos valores se cumplen en el total de las horas de los meses de junio, julio, agosto y septiembre, las cuales son 2928 horas.

Para el caso de la temperatura seca y humedad exterior en verano, los niveles a considerar son los siguientes:

- Nivel 0,4% para hospitales, clínicas y residencias de ancianos.
- Nivel 1% para el resto de los locales no incluidos en el anterior nivel.

Para una vivienda unifamiliar, como es el caso del presente proyecto, se selecciona un nivel de 1%, por lo que los valores de temperatura seca y humedad se superarán el 1% de las horas correspondientes a esa época del año.

### 1.7.1.4 Condiciones Exteriores en Invierno

Según la norma UNE 100014-84, los valores de temperatura, humedad, OMDC (99% de percentil) y OMA se calculan según un nivel de percentiles. Esos valores se cumplen en el total de las horas de los meses de diciembre, enero y febrero, las cuales son 2160 horas.

Para el caso de la temperatura seca y humedad exterior en invierno, los niveles a considerar son los siguientes:

- Nivel 99,6% para hospitales, clínicas y residencias de ancianos.
- Nivel de 99% para el resto de los locales no incluidos en el anterior nivel.

Para una vivienda unifamiliar, como es el caso del presente proyecto, se selecciona un nivel de 99%, por lo que los valores de temperatura seca y humedad son correctos para el 99% de los días y horas correspondientes a esa época del año.

## 1.7.2 Condiciones Internas

### 1.7.2.1 Temperatura y Humedad relativa

Según la IT 1.1.4.1.2 del CTE, las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el PPD según los siguientes casos:

- Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15 %, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en la siguiente tabla:

Estación	Temperatura Operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

*Tabla 4. Temperatura y Humedad Relativa Interior*

- Para valores diferentes, es válido el cálculo utilizado en la norma UNE-EN ISO 7730.

Para una vivienda familiar, como es el caso del presente proyecto, se tienen en cuenta para los cálculos pertinentes una temperatura operativa de **24°C** y una humedad relativa del **50%** en la estación de verano, y una temperatura operativa de **22°C** y una humedad relativa del **40%** en la estación correspondiente al invierno. Estos valores de temperatura y humedad son equivalentes en todos los recintos de la vivienda.

### 1.7.2.2 Calidad del Aire Interior

Según el IT 1.1.4.2.2 del CTE, en función del uso del edificio o local, la categoría del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (Aire de óptima calidad) – hospitales, clínicas, guarderías y laboratorios.

- IDA 2 (Aire de buena calidad) – oficinas, residencias, salas de lectura, aulas de enseñanza, piscinas, entre otros.
- IDA 3 (Aire de calidad media) – edificios comerciales, cines, teatros, cafeterías, bares, gimnasios, entre otros.
- IDA 4 (Aire de calidad baja) – locales no comprendidos en los anteriores puntos.

En el caso de una vivienda familiar, al no encontrarse en ninguno de los tres primeros puntos, se considera que tiene un IDA 4, es decir, un aire de calidad baja.

### 1.7.2.3 Caudal Mínimo del Aire Exterior de Ventilación

Según el Documento Básico de Salubridad, HS3 apartado 2, en los locales habitables de las viviendas debe aportarse un caudal de aire exterior suficiente para conseguir que en cada local la concentración media anual de CO<sub>2</sub> sea menor que 900 ppm y que el acumulado anual de CO<sub>2</sub> que exceda de 1600 ppm sea menor que 500.000 ppm·h. A su vez, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Esta situación se considera satisfecha con el establecimiento de un caudal mínimo de 1,5 l/s por local habitante en los periodos de no ocupación. Estas dos condiciones nombradas anteriormente se consideran satisfechas con el establecimiento de una ventilación de caudal constante acorde con la siguiente tabla:

Tipo de vivienda	Caudal mínimo (l/s)				
	Locales secos			Locales húmedos	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

*Tabla 5. Caudales Mínimos para Ventilación de Caudal Constante en Locales Habitables*

En el caso de la vivienda sometida a estudio, al contener 3 dormitorios, el caudal mínimo en el dormitorio principal es de **8 l/s** (Habitación 3) y **4 l/s** en el resto de los dormitorios. En cuanto a la sala de estar y comedores, es de **10 l/s**.

En cuanto al caudal de ventilación en locales no habitables, según el mismo documento, se especifica un caudal mínimo de ventilación de **0,7 l/s** por m<sup>2</sup> útil para el caso de los trasteros, apartado que para el presente proyecto afecta.

#### 1.7.2.4 Velocidad del Aire

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.3 Velocidad media del aire del RITE, la velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia. Por lo que la velocidad media admisible de aire en la zona ocupada estará comprendida entre los siguientes valores:

- Para valores de la temperatura seca (t) del aire dentro de los márgenes de 20°C a 27°C, se calculará con las siguientes ecuaciones:
  - Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 \text{ m/s}$$

*Ecuación 1. Velocidad del Aire con PPD de 15%*

- Con difusión por desplazamiento, intensidad de la turbulencia del 15% y PPD por corrientes de aire menor que el 10%:

$$V = \frac{t}{100} - 0,10 \text{ m/s}$$

*Ecuación 2. Velocidad del aire Para PPD menores de 10%*

- Para otro valor del porcentaje de PPD, es válido el método de cálculo de las normas UNE-EN ISO 7730 y UNE-EN 13779, así como el informe CR 1752.



Teniendo en cuenta que los valores de temperatura y humedad relativa internas en las estaciones de verano e invierno vistos en la *Tabla 4. Temperatura y Humedad Relativa Interior* han sido calculados considerando un valor de PPD comprendido entre 10% y 15%, y teniendo en cuenta los métodos de cálculo anteriores, los valores de velocidad del aire son los siguientes:

Estación	Velocidad media del aire (m/s)
Verano	0,17
Invierno	0,15

*Tabla 6. Velocidad Media del Aire*

#### 1.7.2.5 Calidad del Aire Exterior

Según el IT 1.1.4.2.4 del CTE, la calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1 – aire puro que se ensucia sólo temporalmente.
- ODA 2 – aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3 – aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

En el caso de una vivienda unifamiliar, la calidad de aire exterior se puede considerar un término de medio como por ejemplo ODA 2 o incluso ODA 3.

#### 1.7.2.6 Filtración del Aire Exterior Mínimo de Ventilación

Según el IT 1.1.4.2.4 del CTE, el aire exterior de ventilación deberá ser introducido debidamente filtrado. A su vez, las clases de filtración mínimas a emplear se calculan en función de los valores de IDA y ODA.

Calidad del aire interior				
Calidad del aire exterior	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3	F7+GF(*)+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

*Tabla 7. Clases de Filtración*

En el caso de una vivienda unifamiliar, al considerar una calidad de aire interior IDA 4 y una calidad del aire exterior ODA 2,3, la clase de filtración que se considera es F5+F6.

#### 1.7.2.7 Calidad Acústica

Según el apartado 3.3 del Documento Básico HR Protección frente al Ruido, desde el punto de vista hidráulico, del aire acondicionado y de la ventilación hay que seguir una serie de requisitos.

En lo que respecta a la parte hidráulica, en el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas anti vibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras. El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m<sup>2</sup>. La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas. No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada en el suelo flotante. Los demás puntos que se nombran en la normativa no son tenidos en cuenta en el presente proyecto.

Desde el punto de vista del aire acondicionado, los conductos deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deben utilizarse silenciadores específicos. Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas anti vibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

Respecto a la ventilación, los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revertirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , sea al menos 33 dBA. Los demás puntos que se nombran en la normativa no son tenidos en cuenta en el presente proyecto.

### 1.7.3 Condiciones Generales

Con todo lo visto anteriormente, las condiciones generales de proyecto vienen definidas mediante la siguiente tabla:

Condiciones Generales
Emplazamiento: <b>Benicàssim/Benicasim</b>
Latitud (grados): <b>40.06 °</b>
Altitud sobre el nivel del mar: <b>15 m</b>
Percentil para verano: <b>5.0 %</b>
Temperatura seca verano: <b>29.92 °C</b>
Temperatura húmeda verano: <b>22.70 °C</b>
Oscilación media diaria: <b>10.8 °C</b>
Oscilación media anual: <b>32 °C</b>
Percentil para invierno: <b>97.5 %</b>
Temperatura seca en invierno: <b>2.50 °C</b>
Humedad relativa en invierno: <b>90 %</b>
Velocidad del viento: <b>6.3 m/s</b>
Temperatura del terreno: <b>6.83 °C</b>
Porcentaje de mayoración por la orientación N: <b>20 %</b>
Porcentaje de mayoración por la orientación S: <b>0 %</b>
Porcentaje de mayoración por la orientación E: <b>10 %</b>
Porcentaje de mayoración por la orientación O: <b>10 %</b>
Suplemento de intermitencia para calefacción: <b>5 %</b>
Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: <b>3 %</b>
Porcentaje de mayoración de cargas (invierno): <b>0 %</b>
Porcentaje de mayoración de cargas (verano): <b>0 %</b>

*Tabla 8. Condiciones Generales*

## 1.7.4 Resumen de las Cargas Térmicas

### 1.7.4.1 Calefacción

A continuación, se adjunta unas tablas resumen de las cargas por calefacción en los distintos recintos de la vivienda.

Conjunto: Planta Baja							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 1	Planta baja	243.12	36.00	218.63	63.35	461.75	461.75
Dormitorio 2	Planta baja	233.71	36.00	218.63	68.49	452.34	452.34
Dormitorio 3	Planta baja	311.31	36.00	218.63	40.19	529.94	529.94
Salón-Comedor	Planta baja	1125.00	171.66	1042.50	34.09	2167.50	2167.50
Baño	Planta baja	72.51	54.00	163.97	44.87	236.48	236.48
Cocina	Planta baja	318.84	138.45	420.40	38.44	739.24	739.24
<b>Total</b>			<b>472.1</b>	<b>Carga total simultánea</b>		<b>4587.3</b>	

Tabla 9. Resumen Cargas Térmicas de Calefacción

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Planta Baja	35.2	4587.3

Tabla 10. Cargas Térmicas de Calefacción en Vivienda

### 1.7.4.2 Refrigeración

A continuación, se adjunta unas tablas resumen de las cargas por refrigeración en los distintos recintos de la vivienda.

Conjunto: Planta Baja													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 1	Planta baja	568.57	100.56	135.45	689.21	724.10	36.00	62.83	220.98	129.65	752.04	887.15	945.08
Dormitorio 2	Planta baja	471.36	93.83	128.72	582.14	617.03	36.00	-20.13	136.29	114.06	562.01	495.04	753.32
Dormitorio 3	Planta baja	511.17	105.01	139.90	634.67	669.56	36.00	6.58	140.84	61.46	641.25	525.72	810.40
Salón-Comedor	Planta baja	1194.24	1301.35	1406.02	2570.45	2675.12	171.66	273.68	991.96	57.68	2844.13	3667.09	3667.09
Cocina	Planta baja	108.08	595.26	744.28	724.43	873.46	138.45	110.37	689.69	81.29	834.80	1563.14	1563.14
<b>Total</b>							<b>418.1</b>		<b>Carga total simultánea</b>			<b>7138.1</b>	

Tabla 11. Resumen Cargas Térmicas de Refrigeración

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Planta Baja	54.7	7138.1

*Tabla 12. Cargas Térmicas de Refrigeración en Vivienda*

## 1.8 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

### 1.8.1 Descripción del Sistema

Para el dimensionamiento de la instalación de climatización de la vivienda sometida a estudio en el presente proyecto, se ha calculado teniendo en cuenta una instalación de climatización aire-agua.

En los sistemas de climatización aire-agua, el aire exterior se trata de forma separada para todo el edificio. El agua, ya sea fría o caliente, se distribuye hacia los elementos terminales, donde pasa el aire tratado junto con el aire de recirculación del mismo local.

Los componentes más importantes de este tipo de instalaciones son los siguientes:

- Bomba de Calor: Una, o varias, bombas aire-agua que enfrían o calientan agua según el modo de funcionamiento en el que se encuentren.
- Distribución de Agua: Dentro de este elemento, se engloban todos aquellos elementos accesorios para que el agua pueda distribuirse por toda la instalación, como son las tuberías, las válvulas, etc.
- Fancoils: Equipos que extraen el calor, o el frío, del agua, previamente calentada, o enfriada, por la bomba de calor, y posteriormente trasladado al aire.
- Elementos de Regulación: Dentro de estos elementos se encuentran algunos como las válvulas de 3 vías, termostatos o control central.

Esta instalación de climatización por aire-agua, es bastante voluminosa en comparación con otro tipo de instalaciones, como pueden ser las que solo utilizan agua como método de climatización ya que las tuberías de agua son mucho más pequeñas que las tuberías de agua. Para que la instalación se pueda realizar correctamente en la vivienda, se tiene que construir un falso techo por el que se insertará la instalación completa de climatización estando esta separada de los recintos de uso de la vivienda. Todo este proceso, tanto de cálculo como de dimensionamiento, está realizado mediante el software CYPE.

### 1.8.2 Especificaciones Técnicas para la Climatización

Dentro de las especificaciones técnicas de climatización se encuentran dos tipos de cargas, las de calefacción y las de refrigeración. Además, para el correcto dimensionamiento, hay que tener en cuenta el caudal de ventilación de cada recinto. Estas especificaciones son diferentes para cada tipo de recinto de la vivienda sometida a estudio en el presente proyecto. A continuación, se muestra un resumen tanto de las cargas de calefacción como de refrigeración.

Recinto	Carga de Calefacción (W)	Caudal de Ventilación (m <sup>3</sup> /h)
Dormitorio 1	461.75	36
Dormitorio 2	452.34	36
Dormitorio 3	529.94	36
Salón-Comedor	2167.5	171.66
Baño	236.48	54
Cocina	739.24	138.45
	<b>4587.25</b>	<b>472.11</b>

*Tabla 13. Especificaciones Técnicas para Calefacción*

Recinto	Carga de Refrigeración (W)	Caudal de Ventilación (m <sup>3</sup> /h)
Dormitorio 1	887.15	36
Dormitorio 2	495.04	36
Dormitorio 3	525.72	36
Salón-Comedor	3667.09	171.66
Cocina	1563.14	138.45
	<b>7138.14</b>	<b>418.11</b>

*Tabla 14. Especificaciones Técnicas para Refrigeración*

Los valores de ventilación y de carga tanto de calefacción como de refrigeración mostrados en las tablas anteriores son necesarios a la hora de realizar el dimensionamiento de todos los elementos que constituyen la instalación de climatización.

## 1.8.3 Componentes de la Instalación de Calefacción

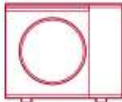
### 1.8.3.1 Bomba de Calor

La bomba de calor necesaria para que pueda cubrir las necesidades de la instalación de climatización del presente proyecto ha sido introducida mediante el software CYPE. Dentro del programa, se puede seleccionar el aparato que cumpla las características demandadas. A continuación, se adjunta ficha técnica de la bomba seleccionada:

SÓLO  
CON AGUA  
CONEXIÓN  
RÁPIDA

SIN  
MANIPULAR  
REFRIGERANTE

Hasta  
**A<sup>+</sup>**  
Calefacción



### Bomba de calor Genia Air

Genia Air	Ud.	5	8	11	15
Pack MiPro inalámbrico	Ref.	0010023078	0010023079	0010023080	0010023081
Pack MiPro cableado	Ref.	0010023074	0010023075	0010023076	0010023077
Eficiencia impulsión 35 °C		A++	A++	A+	A++
Eficiencia impulsión 55 °C		A+	A++	A+	A+
Alimentación		230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Límite de func. mín / máx (en calefacción)	°C	-15 / 28	-20 / 28	-20 / 28	-20 / 28
Límite de func. mín / máx (en refrigeración)	°C	10 / 46	10 / 46	10 / 46	10 / 46
Ida 35 °C, retorno 30 °C, temp. seca 7 °C					
Potencia de calefacción nominal / máx.	kW	4,4 / 7,2	7,7 / 9,5	10,6 / 11,3	14,6 / 16,6
COP nominal / carga parcial		4,7 / 5,1	4,6 / 4,8	4,3 / 4,5	4,5 / 4,5
Intensidad eléctrica nominal	A	4	7,72	12,04	14,8
Ida 18 °C, retorno 23 °C, temp. seca 35 °C					
Potencia de refrigeración nominal / máx.	kW	4,4 / 6,2	7,6 / 8,1	10,5 / 11,1	13,7 / 14,9
EER nominal / carga parcial		3,4 / 5	3,6 / 4,3	3,4 / 5,6	3,2 / 4,1
Intensidad eléctrica nominal	A	6,1	10,61	15,69	19,1
Ida 7 °C, retorno 12 °C, temp. seca 35 °C					
Potencia nominal de refrigeración	kW	3,60	5,50	7,90	10,80
Potencia alcanzable en régimen permanente	kW	-	-	8,30	12,00
Consumo eléctrico nominal	kW	1,30	1,90	2,82	4,50
EER nominal		2,40	2,90	2,80	2,50
EER alcanzable a carga parcial		3,50	3,00	4,20	3,00
Intensidad eléctrica nominal	A	5,90	8,60	13,38	19,60
Círculo frigorífico					
Refrigerante / carga	- / kg	R-410A / 1,8	R-410A / 1,95	R-410A / 3,53	R-410A / 4,4
Círculo hidráulico					
Presión mín./máx.	bar	1 / 3	1 / 3	1 / 3	1 / 3
Caudal de agua máx.	l/h	860	1.400	1.900	2.590
Volumen mínimo de agua	l	17	21	35	60
Presión disponible	mbar	640	450	300	370
Otras características técnicas					
Intensidad máxima absorbida	A	16	16	20	25
Temperatura máxima de ACS	°C	60	63	63	63
Máximo caudal de aire	m <sup>3</sup> /h	2.000	2.700	3.400	5.500
Presión acústica A7W35*	db(A)	44	46	51	51
Dimensiones (Alto/Ancho/Profundo)	mm	800 / 980 / 360	942 / 1103 / 415	942 / 1103 / 415	1340 / 1103 / 415
Peso neto	kg	86	102	126	165
Conexiones circuito hidráulico	Pulg.	1,25	1,25	1,25	1,25

Ilustración 3. Características Bomba de Calor



La bomba de calor seleccionada es una Genia Air 8 de la casa Saunier Duval. Para el caso de calefacción tiene una potencia nominal de 7.7 KW, mientras que para el caso de refrigeración tiene una potencia nominal de 7.6 KW. Como se puede observar en la *Tabla 13. Especificaciones Técnicas para Calefacción* y en la *Tabla 14. Especificaciones Técnicas para Refrigeración* se cumple con las especificaciones.

### 1.8.3.2 Fan Coil

El Fancoil seleccionado para poder cubrir las necesidades de la instalación de climatización del presente proyecto ha sido introducida mediante el software CYPE. Dentro del programa, se puede seleccionar el aparato que cumpla las características demandadas. A continuación, se adjunta ficha técnica del fancoil seleccionado:



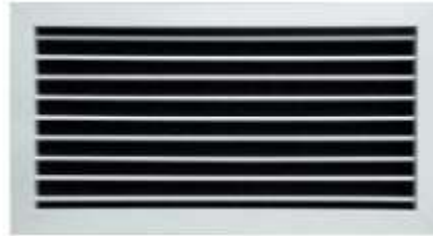
Conductos	Velocidad	Ud.	SD 4-020 ND	SD 4-040 ND	SD 4-060 ND	SD 4-090 ND	SD 4-110 ND	
Referencia			0010022130	0010022131	0010022132	0010022133	0010022134	
Ventilación	Máx/Med/Mín	m <sup>3</sup> /h	411/273/205	734/564/389	1.022/760/544	1.824/1.332/906	2.134/1.581/1.083	
Refrigeración <sup>1</sup>	Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	2,35/1,72/1,32	3,99/3,26/2,5	5,85/4,82/3,78	8,96/7,37/5,66	10,79/8,86/6,79
	Cap. sensible		kW	1,75	3,1	4,49	7,33	8,84
	Caudal		l/h	430	690	1050	1590	1930
	Pérdida presión		kPa	13,6	13	31,4	24,1	26,3
Calefacción <sup>2</sup>	Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	2,68/1,99/1,42	4,7/3,85/2,77	6,62/5,38/4,00	10,74/8,55/6,35	12,62/10,15/7,47
	Pérdida presión		kPa	12,6	13	31,7	28,3	29,4
Dimens. (an. x alto x prof.)			mm	741x241x522	941x241x522	1.161x241x522	1.566x241x522	1.851x241x522
Peso neto			kg	16,7	21	23,7	34,7	39,2
Tub. entrada/salida agua			Pulg.					RC 3/4

*Ilustración 4. Características Fancoil*

El fancoil seleccionado es de conductos ya que el uso que va destinada a una vivienda. El modelo exacto es un Fancoil SD 4-090 ND de la casa Saunier Duval. Como se puede observar en la tabla anterior, tiene una capacidad de refrigeración mínima de 5,66 KW, y una capacidad de calefacción de 6.35 KW.

### 1.8.3.3 Rejilla de Impulsión

A continuación, se muestra la rejilla de impulsión seleccionada:



Tamaño	Q (m³/h)	L <sub>wa</sub> [dB(A)]	ΔP <sub>t</sub> (Pa)	X (m)	V <sub>e</sub> (m/s)
200 x 100	170	24	7	2,5	3,9
	245	32	15	3,6	5,6
	350	40	31	5,2	7,9
300 x 100	240	24	7	2,9	3,6
200 x 150	340	32	13	4,1	5,1
	500	40	29	6,1	7,6
300 x 150	330	24	6	3,3	3,3
	470	32	11	4,7	4,7
	670	40	23	6,7	6,8
600 x 100	420	24	5	3,6	3,2
400 x 150	600	32	10	5,2	4,5
300 x 200	870	40	22	7,5	6,6
500 x 150	500	24	5	3,8	3,0
	710	32	9	5,5	4,3
	1030	40	19	7,9	6,2
600 x 150	580	24	4	4,1	2,9
300 x 300	840	32	9	5,9	4,2
	1215	40	19	8,5	6,1
600 x 200	770	24	4	4,5	2,7
500 x 250	1110	32	8	6,5	4,0
400 x 300	1600	40	16	9,4	5,7
1000 x 150	900	25	4	4,9	2,7
600 x 250	1250	32	7	6,8	3,8
500 x 300	1830	40	15	9,9	5,5
1100 x 200	1260	24	3	5,5	2,4
	1810	32	6	7,9	3,5
	2610	40	13	11,4	5,1
1200 x 250	1615	24	3	6,0	2,3
1000 x 300	2325	32	5	8,7	3,3
	3360	40	11	12,5	4,8

#### SIMBOLOGÍA

Q (m³/h): Caudal de aire.

L<sub>wa</sub> [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.

ΔP<sub>t</sub> (Pa): Pérdida de carga.

X (m): Alcance horizontal para una velocidad máxima en zona ocupada de 0,25 m/s, salto térmico ΔT = -10° C y una altura de instalación de 2,7 m, con efecto techo.

V<sub>e</sub> (m/s): Velocidad efectiva.

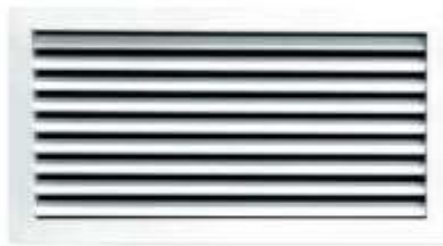
Ilustración 5. Características Rejilla de Impulsión

Las rejillas de impulsión seleccionadas son rejillas de simple deflexión de la marca KOOLAIR, modelo 20-SH, con aletas horizontales orientables individualmente mediante un acabado en aluminio anodizado.

#### 1.8.3.4 Rejilla de Retorno

El cálculo de las rejillas de retorno de la presente instalación de climatización se ha realizado teniendo en cuenta un retorno por plenum. Según la ITE 02 Diseño del RITE, concretamente la ITE 02.9.2 Plenums, un espacio situado entre el forjado y un falso techo puede ser utilizado como plenum de retorno siempre que se cumplan con las prescripciones establecidas para conductos y se garantice su accesibilidad para efectuar un mantenimiento periódico. Al realizarse el retorno de esta manera no es necesario la instalación de conductos de retorno, por lo que la instalación consta de menos dispositivos de conducción de aire.

A continuación, se muestra la rejilla de retorno por plenum seleccionada:



Tamaño	Q (m³/h)	L <sub>wa</sub> [dB(A)]	ΔP <sub>r</sub> (Pa)	V <sub>e</sub> (m/s)
200 x 100	70	24	6	2,4
	90	32	12	3,4
	120	40	22	4,6
250 x 100	80	24	6	2,4
	110	32	11	3,2
	150	40	20	4,3
300 x 100	100	24	5	2,2
	130	32	10	3,0
	180	40	19	4,1
400 x 100	130	24	5	2,1
	170	32	9	2,9
	230	40	17	3,9
600 x 100	190	24	4	2,0
	250	32	8	2,7
	340	40	14	3,7
400 x 200	230	24	4	1,8
	310	32	7	2,5
	420	40	13	3,4
450 x 200	280	24	4	1,9
	380	32	7	2,6
	520	40	12	3,6
500 x 200	350	24	3	2,1
	470	32	6	2,8
	640	40	11	3,8
600 x 200	400	24	3	2,0
	550	32	6	2,7
	750	40	11	3,7
800 x 200	520	24	3	2,0
	700	32	5	2,7
	950	40	10	3,7

Tamaño	Q (m³/h)	L <sub>wa</sub> [dB(A)]	ΔP <sub>r</sub> (Pa)	V <sub>e</sub> (m/s)
1000 x 200	620	24	3	1,9
	840	32	5	2,5
	1140	40	9	3,5
300 x 300	330	24	3	2,2
	450	32	6	3,0
	660	40	13	4,4
800 x 300	780	24	2	1,8
	1060	32	4	2,5
	1440	40	8	3,4
1000 x 300	940	24	2	1,8
	1270	32	4	2,4
	1740	40	8	3,3
1200 x 300	1180	24	2	1,9
	1600	32	4	2,5
	2180	40	7	3,4
600 x 600				

#### SIMBOLOGÍA

Q (m³/h): Caudal de aire.

L<sub>wa</sub> [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.

ΔP<sub>r</sub> (Pa): Pérdida de carga.

V<sub>e</sub> (m/s): Velocidad efectiva.

Ilustración 6. Características Rejilla de Retorno

Las rejillas de retorno seleccionadas son marca KOOLAIR, modelo 20-45-H con aletas horizontales fijas a 45° y una fijación con plenum de conexión lateral (-PE21) de chapa de acero galvanizado.

## 1.9 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 1.9.1 Necesidades de ACS

Para el cálculo de las necesidades de ACS de la instalación del presente proyecto, se realiza un estudio en base al Documento Básico HE 4 Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.

Según el apartado 4.2 del DB HE4, los valores de las demandas se toman teniendo en cuenta una temperatura de referencia de 60 °C. Así, la demanda para la vivienda del presente proyecto es de **28l/día·unidad**. Por otro lado, en el mismo apartado, se indica el número de personas en función del número de dormitorios de la vivienda, el cuál es de 4 personas al disponer de 3 dormitorios.

Teniendo en cuenta todos estos datos, la demanda diaria que se tendrá en la vivienda es de **112 l/día**.

Una vez obtenida la demanda diaria, se obtiene la demanda energética anual mediante parámetros como la temperatura de referencia, la temperatura de la red según el mes y los días que tiene cada mes. Con todo esto se obtiene la demanda energética anual, la cual se muestra en la siguiente tabla:

Mes	Demanda Diaria (l/día)	T <sup>a</sup> uso (°C)	T <sup>a</sup> de red (°C)	Días	Demanda Energética de ACS (KWh)
Enero	112	60	10	31	201.376
Febrero	112	60	11	28	178.25024
Marzo	112	60	12	31	193.32096
Abril	112	60	13	30	183.1872
Mayo	112	60	15	31	181.2384
Junio	112	60	18	30	163.6992
Julio	0	60	19	31	0
Agosto	0	60	20	31	0
Septiembre	112	60	18	30	163.6992
Octubre	112	60	16	31	177.21088
Noviembre	112	60	12	30	187.0848
Diciembre	112	60	11	31	197.34848
					<b>1826.42</b>

Tabla 15. Demanda Energética Anual de la Vivienda

Como se puede observar en la tabla anterior, la demanda energética anual es de 1826,42 kWh/año.

### 1.9.2 Contribución Solar Mínima para ACS

La vivienda situada en Benicasim situada en la zona climática IV según el apartado 4.2 Zonas climáticas de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE, teniendo una demanda de ACS de 112 l/día, la contribución solar mínima para ACS es del **50%**.

Mediante el software de cálculo CYPE, los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Mes	Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	8.75	10	713.16	350.42	51
Febrero	12.02	11	631.24	217.41	66
Marzo	16.31	13	684.58	143.12	79
Abril	21.17	14	649.35	64.88	90
Mayo	23.47	17	642.41	45.88	93
Junio	26.06	21	580.20	0.00	100
Julio	26.93	24	0.00	0.00	0
Agosto	22.97	25	0.00	0.00	0
Septiembre	18.11	22	580.20	28.67	95
Octubre	13.07	18	627.41	123.81	80
Noviembre	9.18	14	662.50	267.67	60
Diciembre	7.49	11	698.87	373.94	46

*Tabla 16. Contribución Solar Mínima para ACS*

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 2.2.2 Protección contra Sobrecalentamientos, el dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación supera el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tendrán en cuenta aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se situó por debajo del 50% de la media correspondiente al resto del año.

Como se puede observar en la *Tabla 16. Contribución Solar Mínima para ACS*, la energía producida no supera en ningún mes el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos. Además, la contribución solar mínima es sobradamente producida.

Con los datos obtenidos, la cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 75%.

### 1.9.3 Descripción del Sistema

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía sección HE 4, concretamente el Anejo F, la demanda de referencia de ACS para una vivienda se obtiene considerando unas necesidades de 28 litros/día·persona. En el caso que atañe al presente proyecto, la demanda de ACS es de 112 litros/día, al ser la vivienda ocupada por 4 personas.

La instalación seleccionada en el presente proyecto es un sistema de producción de ACS mediante energía solar térmica con un sistema de apoyo de caldera, estudiada en función de cuál de las tres opciones (biomasa, gasoil o eléctrica) es económicamente más viable. Los componentes que conforman la instalación son:

- Captador solar: Encargado de recibir la radiación solar y de transferir esta energía a un fluido térmico que circula por su interior.
- Depósito de acumulación: Encargado de almacenar y conservar agua para consumo el máximo tiempo posible, normalmente entre uno y cuatro días para el caso de viviendas unifamiliares.
- Bombas circuladoras: Encargadas de impulsar el fluido por las diferentes vías de la instalación y que ninguna parte de esta quede exenta de fluido.
- Tuberías: Encargadas de formar los diferentes circuitos de distribución del fluido.
- Válvulas: Encargadas de soportar con garantías los valores extremos de presión y temperatura que se alcancen en el sistema.
- Vaso de expansión: Es un recipiente metálico cerrado herméticamente y cuyo interior está dividido en dos partes mediante una membrana elástica impermeable. Una de esas partes está en contacto con agua y la otra está llena de aire o de algún tipo de aire, como puede ser el nitrógeno. La función principal del vaso de expansión es la de absorber el aumento de presión del agua que se origina en el circuito de ACS cuando se calienta el agua.

- Fluido caloportador: Es esencial en el funcionamiento del circuito primario de la instalación solar térmica transportando a lo largo de este la energía térmica.
- Aislante: Encargado de minimizar las pérdidas de calor en toda la instalación de energía solar.
- Sistema de control: encargado de regular, activar y controlar la velocidad de bombeo de la bomba circuladora del circuito primario en función de las necesidades del sistema, entre otras variables (temperatura mediante sondas).

La instalación solar térmica está formada por un circuito primario, un circuito secundario y un circuito de consumo.

En la etapa de captación, donde se encuentra la placa solar térmica, se absorbe la radiación y se transfiere al fluido caloportador en forma de energía térmica. Este fenómeno se produce debido a la forma de construcción de los colectores solares. Estos tienen como principal método de funcionamiento el efecto invernadero producido en la cubierta, la cual es transparente a la radiación solar pero opaca a los rayos infrarrojos. En esta etapa circula el fluido caloportador por el circuito primario.

El circuito primario y circuito secundario están separados, como indica el CTE, y se unen por un intercambiador de calor, formando así la segunda etapa llamada etapa de intercambio. Este proceso de intercambio de calor se produce en el interior del propio sistema de acumulación mediante un intercambiador de serpentín o por un intercambiador de doble envolvente.

Dentro del circuito secundario se encuentra el sistema de acumulación, el más importante en este circuito. Está formado por un depósito el cuál almacena agua caliente para ser consumida cuando la demanda así lo indique.

Finalmente, en el circuito de consumo encontramos el sistema de apoyo o sistema de energía auxiliar cuya principal función es completar esa demanda de agua caliente sanitaria total que el sistema de energía solar no puede producir en su totalidad por sí mismo. En el sistema de apoyo con sistema de acumulación secundario se produce la energía necesaria que complementa a la energía producida por el sistema de acumulación primaria.



Todo este sistema esta complementado por el sistema de regulación y control encargado de que todo funcione correctamente según las especificaciones programadas. Controla principalmente la temperatura en el campo de captadores y en el sistema de acumulación. Este sistema está formado por sondas de temperaturas, termostatos y un panel de control donde se pueda visualizar y controlar, si fuera el caso, los parámetros principales de la instalación.

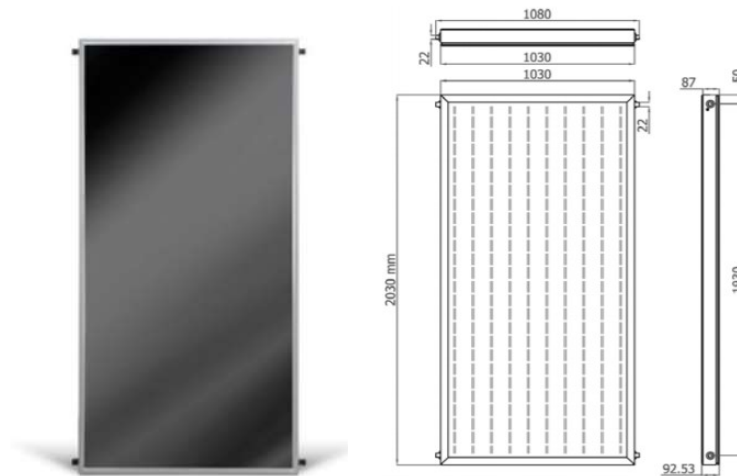
## 1.9.4 Componentes de la Instalación Solar Térmica

### 1.9.4.1 Captador Solar

El captador solar seleccionado para la instalación del presente proyecto es de la casa SPF distribuida por Ibersolar. Se trata de un captador plano vertical OP-V210 que posee un absorbedor de aluminio con recubrimiento de pintura negra con tubos verticales de cobre en disposición de parrilla, unidos al absorbedor con soldadura láser. La información técnica del producto es la siguiente:

- Material del absorbedor: láminas de aluminio y tubo de cobre.
- Tratamiento de la superficie del absorbedor: pintura negra.
- Material de sellado: EPDM y silicona.
- Material de la carcasa (marco y cubierta trasera): aluminio.
- Material de aislamiento: lana de roca de  $50 \text{ kg/m}^3$ , con espesor de 40mm.
- Disipador de calor incorporado en la parte superior del panel solar, con una potencia de 8 kW.

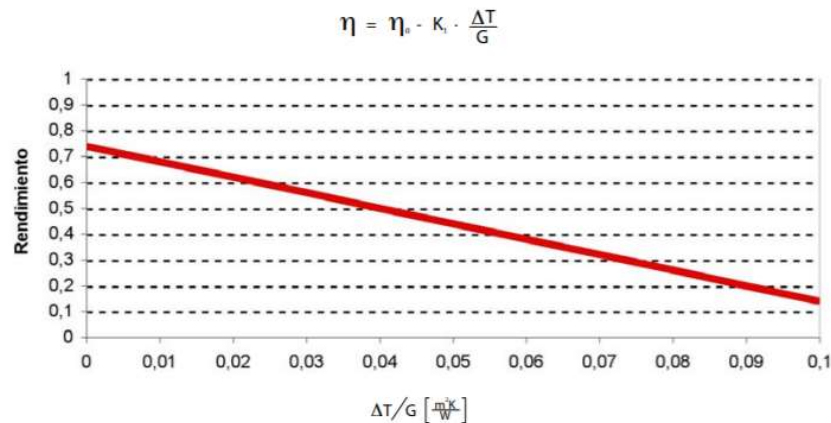
En la siguiente ilustración se muestra la ficha técnica del captador:



REFERENCIA		01010120/100406
Modelo		OP-V210
Captador	Unidades	Valores
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundo)	mm	1030 x 2030 x 92.5
Área bruta	m <sup>2</sup>	2.09
Área de apertura	m <sup>2</sup>	1.92
Número de cubiertas		1
Espesor de la cubierta	mm	4
Material de la cubierta		Vidrio templado de bajo contenido en hierro
Tubos verticales		10 tubos de cobre
Diámetro de los tubos verticales	mm	8
Separación entre tubos	mm	85
Tubos horizontales		2 tubos de cobre
Diámetro de los tubos horizontales	mm	22
Construcción tipo		Parrilla
Peso en vacío	kg	42.80
Peso en funcionamiento	kg	45.00
Material de la carcasa		Aluminio lacado gris
<b>Absorbedor</b>		
Tratamiento del absorbedor		Pintura Negra
Rendimiento óptico	%	74.1
Coefficiente de pérdidas $k_i$	W/m <sup>2</sup> K	6.14
Aislamiento		Lana de Roca
Espesor aislamiento lateral y posterior	mm	20 / 40
<b>Hidráulica</b>		
Volumen fluido caloportador	litros	1.43
Fluido Caloportador		Propilenglicol
Presión de trabajo	bar	10
Presión de prueba	bar	15
Caudal recomendado	l/hm <sup>2</sup>	50
Conexiones de tubo liso	mm	22
Temperatura de estancamiento *	°C	121 °C + T <sup>a</sup> ambiente

\* Radiación a 1000 W/m<sup>2</sup>

*Ilustración 7. Características Captador Solar*



*Ilustración 8. Curva Rendimiento Captador Solar*

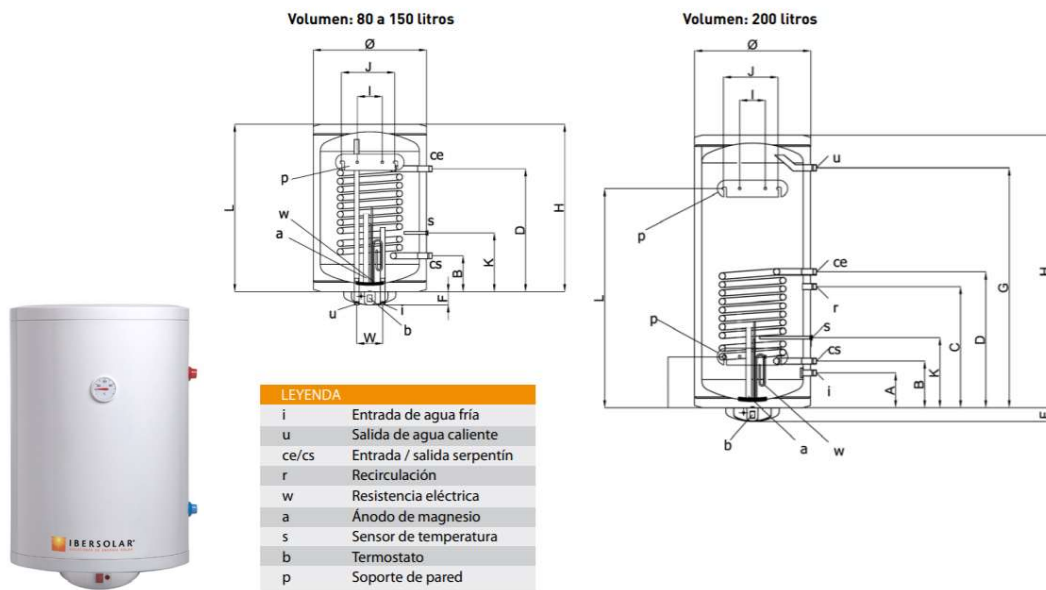
#### 1.9.4.2 Depósito de Acumulación

Para el depósito de acumulación se ha optado por un interacumulador con serpentín interno, es decir, que el intercambiador de calor se encuentra dentro del propio acumulador produciéndose así el intercambio de calor entre el circuito primario y el secundario dentro del depósito de acumulación.

Para este caso se ha seleccionado un acumulador de la casa Ibersolar. La información técnica del producto es la siguiente:

- Material: chapa de acero ST 37,2.
- Soldadura: Soldadura automática en cámara de gas protegida.
- Capa protectora: esmaltado de calidad y ánodo de protección.
- Presión máxima de trabajo: 6 bar.
- Presión máxima de prueba: 15 bar.
- Temperatura máxima de trabajo: 95°C.
- Serpentín: tubo de acero ST 37,2.
- Aislamiento: espuma de poliuretano de alta eficiencia de 30mm de espesor libre de CFC.
- Revestimiento externo lacado en blanco.

En la siguiente ilustración se muestran las características del acumulador seleccionado:



REFERENCIA		01040211/100886	01040211/100882	01040211/100883	01040211/100884	01040211/100885
Volumen	litros	80	100	120	150	200
Temperatura máxima de operación	°C	95	95	95	95	95
Presión máxima de operación	bar	6	6	6	6	6
Diámetro exterior	mm	520	520	520	520	520
Altura total	mm	640	770	900	1040	1310
Espesor aislante	mm	30	30	30	30	30
Peso	kg	55	61	70	80	88
Superficie intercambiador	m <sup>2</sup>	0,53	0,8	0,8	1,06	1,06

DIMENSIONES (mm)	80 l	100 l	120 l	150 l	200 l
Φ	520	520	520	520	520
A	-	-	-	-	140
B	165	165	165	165	215
C	-	-	-	-	535
D	451	565	565	717	635
F	60	60	60	60	60
G	-	-	-	-	1140
H	640	770	900	1040	1310
I	115	115	115	115	115
J	240	240	240	240	240
K	250	260	260	305	300
L	430	560	670	790	1050
M	-	-	-	-	230
W	120	120	120	120	-
ce/cs (macho)	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
i, u (macho)	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"
r	-	-	-	-	3/4"
s (hembra)	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"

Ilustración 9. Características Depósito de Acumulación

Debido a la demanda de ACS calculada (112 l/día) y a las características de la instalación sometida a estudio, se selecciona un acumulador de 200 l. Así, se cumple con el CTE y se abastece la instalación sin ningún problema.

#### 1.9.4.3 Bomba Circuladora

Obtenidos los valores de potencia (0,07 kW), caudal (120 l/h) y altura manométrica (0.35 mca), se selecciona una electrobomba centrífuga de la casa GRUNFOS, modelo UPS 20-14, con una potencia de 2,5 KW. La bomba tiene las siguientes características:

- El cuerpo de la bomba en latón, resistente a la corrosión.
- Incorpora carcasa de aislamiento, que previene de las pérdidas de calor.
- La pieza conductora del agua de la bomba está herméticamente separada del estátor por un cuerpo esférico de acero inoxidable. El motor puede estar separado del alojamiento de la bomba para un proceso de mantenimiento.
- Válvula antirretorno incorporada.

A continuación, se muestra su curva de rendimiento:

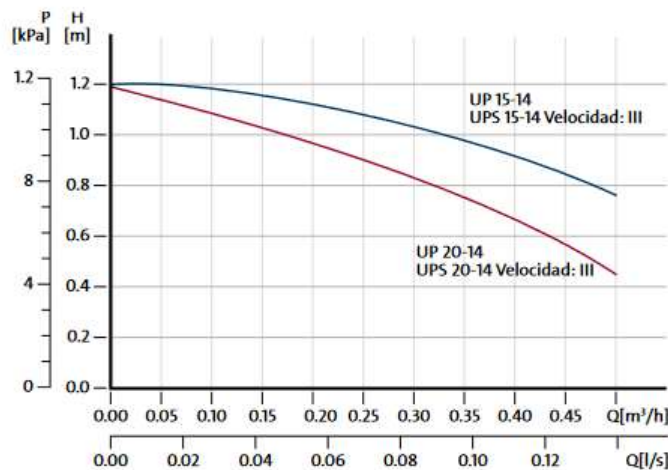


Ilustración 10. Características Bomba de Circulación

#### 1.9.4.4 Vaso de Expansión

El vaso de expansión seleccionado es de la casa Ibersolar, cuya ficha técnica se adjunta a continuación:



REFERENCIA	Capacidad [l]	Membrana	Presión Máx. [bar]	Presión de Precarga [bar]	Conexión Gas Macho	Dimensiones D [mm] H [mm]	
01130100/101368	8	BUTYL	10	2.5	3/4"	220	305
01130100/101369	12	BUTYL	10	2.5	3/4"	260	310
01130100/101370	18	EPDM	8	2.5	3/4"	260	375
01130100/101371	24	EPDM	8	2.5	3/4"	260	485
01130100/101372	35	SBR	5	1.5	3/4"	380	450
01130100/101373	50	SBR	6	1.5	3/4"	380	590
01130100/101374	80	SBR	6	1.5	3/4"	460	690
01130100/101375	100	SBR	6	1.5	3/4"	460	810
01130100/101376	200	SBR	6	1.5	1"	590	985
01130100/101377	300	SBR	6	1.5	1"	650	1220
01130100/101378	400	SBR	6	1.5	1"	650	1550
01130100/101379	500	SBR	6	2.5	1"	750	1557
01130100/101380	600	SBR	6	2.5	1"	750	1720
01130100/101381	700	SBR	6	2.5	1"	750	1950
01130100/101382	1000	EPDM	8	2.5	2 1/2"	800	2130
01130100/101383	1500	EPDM	8	2.5	2 1/2"	1000	2130

*Ilustración 11. Características Vaso de Expansión*

El modelo seleccionado es el modelo de 8 l, con una presión máxima de 10 bar y una presión de precarga de 2,5 bar. Este modelo cumple con las características mínimas calculadas en el Anexo 1. Cálculos Justificativos.

#### 1.9.4.5 Fluido Caloportador

El fluido que se utiliza en esta instalación es de la casa Ibersolar, y se trata del Tyfocor L, el cuál es propilenglicol, concretamente 1,2-propilenglicol, una sustancia no toxicológicamente inofensiva y libre de nitrilos. Es un anticongelante concentrado anticorrosión. Previene el ensuciamiento de las superficies asegurando una alta eficiencia térmica. Los inhibidores de corrosión que contiene el Tyfocor L protegen los materiales metálicos usados en instalaciones solares contra la corrosión y los depósitos a lo largo del tiempo. Este fluido es miscible con agua y dependiendo de la concentración, puede llegar a prevenir el congelamiento hasta temperaturas de  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Para un correcto funcionamiento la dilución con agua tiene que ser al menos 25% v/v, y no más del 75% v/v. Para prevenir la corrosión, es conveniente no sobrepasar el rango de 40% - 75% volumen de Tyfocor L. Por último, las temperaturas superiores a  $170^{\circ}\text{C}$  provocan envejecimiento prematuro.

A continuación, se muestran las características del Tyfocor L:



PROPIEDADES TYFOCOR L CONCENTRADO		
Aspecto	claro, líquido incoloro	
Punto de Ebullición	$>150^{\circ}\text{C}$	ASTM D 1120
Punto de Solidificación	$<-50^{\circ}\text{C}$	DIN ISO 3016
Densidad (20°C)	1.054-1058g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052
Viscosidad (20°C)	68-72mm <sup>2</sup> /s	DIN 51562
Índice de refracción (20°C)	1.435-1.437	DIN 51423
Reserva de alcalinidad	10-13mL 0.1n HCl	ASTM D1121
pH concentrado	6.5-8.0	ASTM D 1287
pH diluido al 1:2 con agua destilada	7.5-8.5	ASTM D 1287
Contenido en agua	$<4\%v/v$	ASTM D1123/ DIN 51777
Punto de Inflamación	$>100^{\circ}\text{C}$	DIN 51758
PROPIEDADES TYFOCOR L AL 40 %		
Índice de refracción al 40% (20°C)	1.3801	DIN 51423
Resistencia a las heladas al 40%	$-21^{\circ}\text{C}$	DIN ISO 3016
Densidad al 40% (20°C)	1037g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052

Ilustración 12. Propiedades Fluido Caloportador



En el caso de la instalación que se tiene en cuenta en el presente proyecto, la concentración seleccionada es al 40%.

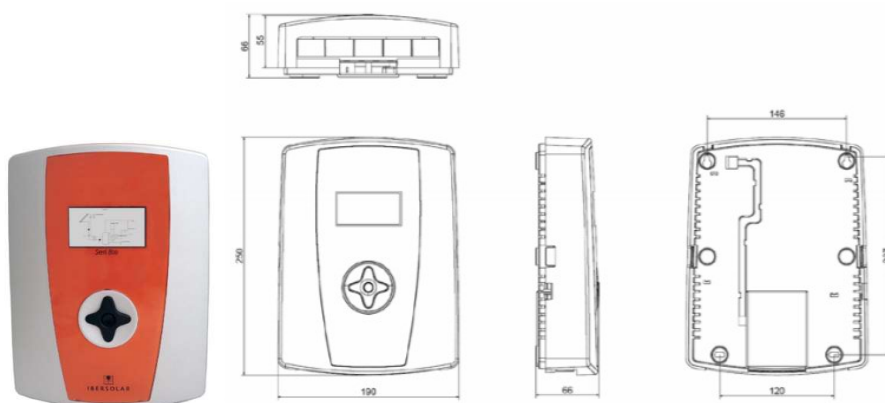
#### 1.9.4.6 Sistema de Control

Para que todo funcione correctamente es necesario disponer de un sistema de control que nos ayude informándonos de los parámetros más característicos de la instalación solar térmica.

Para el presente proyecto se ha seleccionado un regulador térmico SERI 800 de la casa Ibersolar. Este regulador cumple gran parte de las funciones de control del circuito primario de las instalaciones de ACS. Presenta funciones de seguridad, como protección contra sobrecalentamiento, antihielo, antilegionela, y control del campo solar. La información técnica del producto es la siguiente:

- Libre configuración de señales de entrada y de salida.
- Pantalla gráfica para visualización de temperaturas y gráficos de los valores medidos.
- Equipado con 7 sondas PT1000.
- Visualización de la medida del rendimiento energético solar.

A continuación, se encuentran las características principales del regulador térmico:





REFERENCIA	01050100/102012
Tensión de red nominal	230 V 10 % (50-60Hz)
Consumo de energía	≤ 3 W
<b>Entradas:</b>	8
Sensores de temperatura -20°C....+180°C	máx. 7
Sensor de flujo de vortex	1
<b>Salidas:</b>	8
Triacs (230V, 50Hz) * ON/OFF para bombas y válvulas	6
Salidas analógicas para bombas 0-10V 5mA	2
<b>Interfaz:</b>	
Pantalla gráfica LCD	128x64 pixeles, 66x33mm
Entradas	5 botones
<b>Propiedades físicas:</b>	
Grado de Protección	IP 20
Temperatura Ambiente	0°C...+70°C
Dimensiones	249 x 190 x 65 mm
Peso	0.9 kg
Material de la caja	30% plástico reciclado ABS

*Ilustración 13. Características Regulador Térmico*

Para una obtención de datos óptima, el regulador cuenta con la inclusión de un medidor de temperatura y un caudalímetro de 1-20 l/min. Teniendo en cuenta la demanda de la vivienda (112 l/día), se cumple con las condiciones energéticas y se puede realizar una medida óptima.

### 1.9.5 Sistema de Apoyo

La selección del sistema de apoyo para la presente instalación está dividida en dos partes. Una parte de selección teniendo en cuenta varios parámetros, y una segunda parte, puramente económica, donde se hace un estudio de viabilidad para saber cuál de las tres calderas es mejor para las condiciones propuestas en el presente proyecto.

En primer lugar, se realiza una selección aplicando el método de las jerarquías analíticas teniendo en cuenta una serie de parámetros. Los valores que se ven en la siguiente tabla, son sacados del Anexo 2. Fichas Técnicas de los Componentes, y de varias referencias web.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros para cada caldera:

Parámetros	Caldera		
	Eléctrica	Biomasa	Gasoil
Precio (€)	1381.08	8624	2448.37
Rendimiento (%)	99	93	93.93
Coste (€/kWh)	0.13	0.04	0.09
Tamaño (m)	0.535 x 0.83 x 0.45	1.035 x 1.99 x 0.44	0.50 x 1.35 x 0.50
Calificación Energética	D	A	B
Mantenimiento	Bajo	Medio	Alto

*Tabla 17. Parámetros Técnicos de las Calderas*

Los pesos, ordenados de más a menos importante, aportados a los parámetros son los siguientes:

- Precio
- Coste
- Calificación Energética
- Mantenimiento
- Tamaño
- Rendimiento

Con todo esto, la caldera seleccionada en la primera parte del desarrollo de la selección del sistema de apoyo es la caldera eléctrica con un valor de 0.563, frente a los 0.48 de las dos calderas restantes.

En segundo lugar, se realiza el estudio de viabilidad económica de cada caldera. Para la realización de este proceso, se comparan la caldera de gasoil y biomasa, con la caldera eléctrica, debido a que ha sido la seleccionada en primer lugar como sistema de apoyo más adecuado.

A continuación, se observa un resumen de los parámetros individuales y globales de las calderas sometidas a estudio:

Parámetros	Caldera Eléctrica	Caldera Biomasa	Caldera Gasoil
Precio Caldera sin Instalación (€)	<b>1200.08</b>	<b>8100</b>	<b>2000.37</b>
Precio de la Instalación (€)	<b>181</b>	<b>524</b>	<b>448</b>
Mano de Obra, 6% (€)	<b>82.8648</b>	<b>517.44</b>	<b>146.9022</b>
Inversión Inicial (€)	<b>1463.9448</b>	<b>9141.44</b>	<b>2595.2722</b>
Mantenimiento (€/año)	<b>12.5</b>	<b>50</b>	<b>60</b>
Coste del Producto (€/kWh)	<b>0.13</b>	<b>0.04</b>	<b>0.09</b>
Demanda de Energía Anual (kWh/año)	<b>1826.42</b>	<b>1826.42</b>	<b>1826.42</b>
Coste del Producto (€/año)	<b>237.4346</b>	<b>73.0568</b>	<b>164.3778</b>

*Tabla 18. Parámetros Económicos de las Calderas*

Los valores que se tienen en cuenta a la hora de valorar que caldera es la más apropiada son los valores del VAN, TIR y PR. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el presente estudio de viabilidad:

- **Caldera Biomasa vs Caldera Eléctrica**

PR (años)	<b>57.60</b>
VAN (€)	<b>-6464.50</b>
TIR (%)	<b>-24.56%</b>

*Tabla 19. Resumen Resultados Económicos de la Biomasa*

Como se puede observar en la anterior tabla, el PR es muy amplio, por lo que no sería interesante utilizar la caldera de biomasa como sistema de apoyo. Por otro lado, para que la instalación produzca excedentes el VAN debe ser mayor que 0, por lo que se el valor de -6464,50 € está muy lejos de producirlos. Por último, el TIR es muy inferior al interés nominal (2,10%), es decir, que no es para nada rentable la instalación de este tipo de caldera.

- **Caldera Gasoil vs Caldera Eléctrica**

PR (años)	<b>5.64</b>
VAN (€)	<b>694.94</b>
TIR (%)	<b>9.90%</b>

Tabla 20. Resumen Resultados Económicos del Gasoil

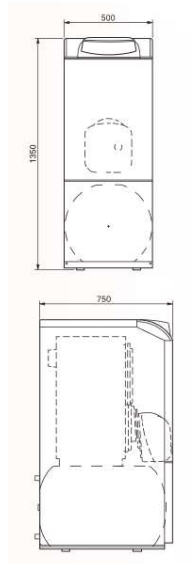
Como se puede observar en la anterior tabla, el PR es bastante aceptable ya que aproximadamente 6 años para recuperar la inversión no es un valor negativo. En cuanto al VAN, se observa que con un valor de 694.94 € la instalación del sistema de apoyo con caldera de gasoil produce excedentes, por lo que es un aspecto positivo. Por último, el valor del TIR de 9,90% es mayor al interés nominal de la instalación (2,10%) lo que quiere decir que la instalación de la caldera de gasoil es rentable.

Finalmente, la caldera seleccionada es la caldera de gasoil, cuyas características son las siguientes:

DATOS TÉCNICOS ATLAS eco 30 K 100 UNIT			
Potencia nominal útil		(kW)	25
		(kcal/h)	21.500
Rendimiento útil (sobre P.C.I.)	100% Pot. Máx (80/60°C)	%	93,93
	100% Pot. Máx (50/30°C)	%	98,19
Clasificación energética	Calefacción	Escala G - A <sup>++</sup>	<b>B</b>
	A.C.S.	Escala G - A	<b>B</b> / XL
Producción A.C.S. con ΔT 30°C		(litros/min)	195
Acumulador		(litros)	750
Conexiones	a1 Ida instalación	(litros)	100 (Vitrificado)
	a2 Retorno de calefacción	(pulg.)	3/4"
	a3 Vaciado caldera	(pulg.)	1
	a4 Salida de gases quemados	(pulg.)	3/4"
	a5 Entrada agua fría red	(pulg.)	3/4"
Diametro de salida gases		mm	130
Vaso expansión sanitario	No incorporado (accesorio opcional)		
Presión de trabajo	A.C.S.	bar	9
	Calefacción	bar	6
Código	OLHU3ZWA		

Ilustración 14. Características de la Caldera de Gasoil

El modelo seleccionado es el modelo ATLAS eco 30 K 10 Unit, con una potencia de 25kW con las siguientes características constructivas:



*Ilustración 15. Características Constructivas de la Caldera de Gasoil*

## 1.10 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

### 1.10.1 Descripción de la Instalación

La instalación de suministro de agua de la presente instalación esta dimensionada según los criterios del Documento Básico HE4 Suministro de Agua. En el caso del presente proyecto, al tratarse de una vivienda muy antigua, instalaciones como la de suministro de agua se tienen que volver a realizar. Para ello, se utiliza el software CYPE el cual obtiene unos resultados de acometidas, tubos de alimentación, instalaciones particulares y bombas de recirculación. El sistema de arquetas de la vivienda también es definido en el software previamente.

Seguidamente, se muestran las características de los elementos más importantes de la instalación de suministro de agua:

- Acometidas: Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua de 2,13 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadrado colocado mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.
- Tubos de alimentación: Instalación de alimentación de agua potable de 11,41 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

- Instalaciones particulares: Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 16 mm (15.53 m), 20 mm (1.48 m).

### 1.10.2 Acometidas

A continuación, se muestra el dimensionamiento de las acometidas de la instalación.

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	P <sub>sal</sub> (m.c.a.)
1-2	2.13	2.55	3.42	0.55	1.90	0.30	28.00	32.00	0.85	0.09	31.50	31.11
Abreviaturas utilizadas												
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos						D <sub>int</sub>	Diámetro interior				
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )						D <sub>com</sub>	Diámetro comercial				
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)						P <sub>ent</sub>	Presión de entrada				
h	Desnivel						P <sub>sal</sub>	Presión de salida				

*Tabla 21. Dimensionamiento de las Acometidas*

La instalación se presenta mediante un tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2.

### 1.10.3 Tubos de Alimentación

A continuación, se muestra el dimensionamiento de los tubos de alimentación de la instalación.

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	$L_r$ (m)	$L_t$ (m)	$Q_b$ (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	$D_{int}$ (mm)	$D_{com}$ (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	$P_{ent}$ (m.c.a.)	$P_{sal}$ (m.c.a.)
2-3	11.41	13.69	3.42	0.55	1.90	-0.30	21.70	20.00	1.42	1.74	27.11	25.17
Abreviaturas utilizadas												
$L_r$	Longitud medida sobre planos						$D_{int}$	Diámetro interior				
$L_t$	Longitud total de cálculo ( $L_r + L_{eq}$ )						$D_{com}$	Diámetro comercial				
$Q_b$	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ( $Q_b \times K$ )						$P_{ent}$	Presión de entrada				
h	Desnivel						$P_{sal}$	Presión de salida				

Tabla 22. Dimensionamiento de los Tubos de Alimentación

La instalación se presenta mediante un tubo de acero galvanizado según UNE 19048.



### 1.10.4 Instalaciones Particulares

A continuación, se muestra el cálculo hidráulico de las instalaciones particulares, como son la instalación interior, los cuartos húmedos y el puntal.

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T <sub>tub</sub>	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	P <sub>sal</sub> (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	0.38	0.45	3.42	0.55	1.90	0.00	16.20	20.00	2.55	0.24	25.17	24.43
4-5	Cuarto húmedo (F)	0.26	0.32	3.42	0.55	1.90	0.00	16.20	20.00	2.55	0.16	24.43	24.27
5-6	Cuarto húmedo (F)	0.84	1.01	2.70	0.61	1.65	0.00	16.20	20.00	2.23	0.41	24.27	23.86
6-7	Cuarto húmedo (F)	0.85	1.03	2.16	0.67	1.45	0.00	12.40	16.00	3.33	1.22	23.86	22.64
7-8	Cuarto húmedo (F)	10.67	12.81	1.44	0.78	1.12	0.00	12.40	16.00	2.58	9.49	22.64	13.14
8-9	Puntal (F)	4.00	4.80	0.72	1.00	0.72	1.10	12.40	16.00	1.66	1.57	13.14	10.47
Abreviaturas utilizadas													
T <sub>tub</sub>	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D <sub>int</sub>	Diámetro interior						
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos					D <sub>com</sub>	Diámetro comercial						
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )					v	Velocidad						
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P <sub>ent</sub>	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)					P <sub>sal</sub>	Presión de salida						
h	Desnivel												
Instalación interior: Unifamiliar (Vivienda)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Du): Ducha													

Tabla 23. Dimensionamiento de las Instalaciones Particulares

La instalación se presenta mediante un tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2

### 1.10.5 Bomba de Circulación

La bomba seleccionada es una electrobomba centrífuga de la casa GRUNFOS, modelo UPS 20-14, con una potencia de 2,5 KW. La bomba tiene las siguientes características:

- El cuerpo de la bomba en latón, resistente a la corrosión.
- Incorpora carcasa de aislamiento, que previene de las pérdidas de calor.
- La pieza conductora del agua de la bomba está herméticamente separada del estátor por un cuerpo esférico de acero inoxidable. El motor puede estar separado del alojamiento de la bomba para un proceso de mantenimiento.
- Válvula antirretorno incorporada.

A continuación, se muestra su curva de rendimiento:

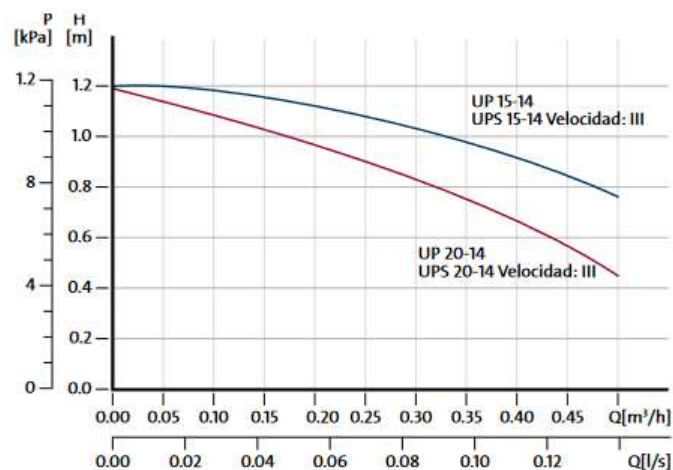


Ilustración 16. Características de la Bomba de Circulación

## 1.11 PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA LEGIONELOSIS.

### 1.11.1 Legionela y su Desarrollo

La legionelosis es una enfermedad de carácter bacteriano causada por la *Legionella Pneumophila*, que se manifiesta en forma de neumonía o en síndrome febril leve.

La legionela habita en las aguas superficiales formando parte de su flora bacteriana. Desde ahí puede colonizar la red de suministro e incorporarse a los sistemas de agua caliente/fría sanitaria u otros sistemas donde se requiera agua para su correcto funcionamiento.

En instalaciones mal diseñadas, sin mantenimiento o con un mantenimiento inapropiado, se llega a favorecer el estancamiento del agua acumulando así alimento esencial para el desarrollo de la bacteria.

El ciclo de vida de la bacteria en función de la temperatura es la siguiente:

- Entre 10 y 20°C se encuentra en fase durmiente.
- Entre 30 y 40°C empieza a originarse una multiplicación de la Legionela hasta concentraciones infectantes para el ser humano. Su temperatura idónea son los 37°C.
- A los 50°C la bacteria empieza a dejar de multiplicarse.
- Llegando a los 60°C el 90% de la bacteria empieza a morir, teniendo este proceso una duración de aproximadamente 2 horas.
- A partir de los 70°C muere instantáneamente, muriendo el 90% de la bacteria en tan solo 2 minutos.

### 1.11.2 Medidas de Protección y Prevención

Según el Real Decreto 865/2003 de 4 de Julio, concretamente el Artículo 7 Medidas preventivas específicas de las instalaciones se dicta que la instalación interior de agua de consumo humano deberá:

- Garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de puntos de purga para vaciar completamente la instalación.
- Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13443-1, equipo de acondicionamiento del agua en el interior de los edificios (filtros mecánicos). Partículas de dimensiones comprendidas entre 80µm y 150µm, requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.
- Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- Utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o por elevación de temperatura, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías.
- Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a los 20°C, para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las del agua caliente o en su defecto asiladas térmicamente.
- Garantizar que, si la instalación interior de agua fría de consumo humano dispone de depósitos, éstos estén tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá, si es necesario, al depósito mediante dosificadores automáticos.
- Asegurar, en toda el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de la flora bacteriana.

- Disponer de un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE\_EN 1717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución de caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.
- Mantener la temperatura del agua, en el circuito del agua caliente, por encima de los 50°C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C.
- Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a los 60°C, se garantizará posteriormente, que se alcance una temperatura de 60°C en otro acumulador final antes de la distribución hacia el consumo.

Según el Real Decreto 865/2003 de 4 de Julio, concretamente el Artículo 8 Programas de mantenimiento en las instalaciones se dicta que:

- Hay que elaborar un plano señalizado de cada instalación que contemple todos sus componentes, que se actualizará cada vez que se realiza alguna modificación. Se recogerán en éste los puntos o zonas críticas en donde se debe facilitar la toma de muestras del agua.
- Revisión y examen de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, estableciendo los puntos críticos, parámetros a medir y los procedimientos a seguir, así como la periodicidad de cada actividad

# ***ANEXO 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS***

---

# ÍNDICE

2.1	CONDICIONES EXTERNAS PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS .....	75
2.1.1	Situación Geográfica .....	75
2.1.2	Zona Climática .....	75
2.1.3	Condiciones Exteriores en Verano .....	75
2.1.4	Condiciones Exteriores en Invierno .....	76
2.2	CONDICIONES INTERIORES PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS .....	77
2.2.1	Temperatura y Humedad Relativa .....	77
2.2.2	Calidad del Aire Interior .....	77
2.2.3	Caudal Mínimo del Aire Exterior de Ventilación .....	78
2.2.4	Velocidad del Aire .....	79
2.2.5	Calidad del Aire Exterior .....	80
2.2.6	Filtración del Aire Exterior Mínimo de Ventilación .....	80
2.2.7	Calidad Acústica .....	81
2.3	CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS .....	83
2.3.1	Condiciones Generales .....	83
2.3.2	Características Constructivas .....	84
2.3.2.1	Envolvente Térmica .....	84
2.3.2.1.1	Suelos En Contacto con el Terreno .....	84
2.3.2.1.2	Fachadas .....	89
2.3.2.1.2.1	Parte Ciega de las Fachadas .....	89
2.3.2.1.2.2	Huecos en Fachada .....	96
2.3.2.1.3	Cubiertas .....	102
2.3.2.1.3.1	Parte Maciza de las Azoteas .....	102
2.3.2.2	Compartimentación .....	111
2.3.2.2.1	Compartimentación Interior Vertical .....	111
2.3.2.2.1.1	Parte ciega de la Compartimentación Interior Vertical .....	111
2.3.2.2.1.2	Huecos Verticales Interiores .....	119
2.3.2.3	Materiales Empleados .....	119
2.3.3	Métodos de Cálculo Utilizados .....	121
2.3.3.1	Cerramientos .....	121

2.3.3.2	Ventanas y Puertas.....	123
2.3.3.3	Puentes Térmicos.....	123
2.4.1.1	Factor de Reducción.....	125
2.4.1.1.1	Recintos Calefactados.....	125
2.4.1.1.2	Recintos No Calefactados.....	129
2.4.2	Límites de la Demanda Energética.....	132
2.4.3	Resultados Cargas Térmicas.....	132
2.4.3.1	Calefacción.....	132
2.4.3.2	Refrigeración.....	139
2.5	DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	145
2.5.1	Introducción.....	145
2.5.2	Especificaciones Técnicas de Climatización.....	146
2.5.3	Bomba de Calor.....	147
2.5.4	Fancoil.....	148
2.5.4.1	Elección de Fancoil para la Instalación.....	149
2.5.5	Sistemas de Conducción de Aire.....	149
2.5.5.1	Conductos.....	149
2.5.5.2	Rejillas.....	150
2.5.5.2.1	Elección de Rejillas para la Instalación.....	152
2.5.5.2.1.1	Retorno.....	152
2.5.5.2.1.2	Impulsión.....	153
2.5.6	Sistemas de Conducción de Agua.....	154
2.5.6.1	Tuberías.....	154
2.5.6.1.1	Calefacción.....	154
2.5.6.1.2	Refrigeración.....	155
2.6	DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	156
2.6.1	Datos de Partida.....	156
2.6.1.1	Descripción del Edificio.....	156
2.6.1.2	Condiciones Climáticas.....	156
2.6.1.3	Condiciones de Uso.....	158
2.6.2	Cálculo de las Necesidades de ACS.....	159
2.6.2.1	Cálculo de la Demanda.....	160



2.6.2.2	Contribución Solar Mínima para ACS .....	163
2.6.3	Cálculo y Dimensionado.....	163
2.6.3.1	Diseño del Sistema de Captación.....	163
2.6.3.1.1	Dimensionamiento de la Superficie de Captación.....	163
2.6.3.1.2	Disposición del Captador.....	165
2.6.3.1.2.1	Cálculo de Pérdidas .....	165
2.6.3.1.2.1.1	Pérdidas por Orientación e Inclinación .....	166
2.6.3.1.2.1.2	Pérdidas por Sombras .....	168
2.6.3.1.2.2	Elección del Captador .....	168
2.6.3.1.2.3	Estructura del Captador Solar .....	170
2.6.3.1.3	Dimensionamiento del Depósito de Acumulación .....	171
2.6.3.1.3.1	Elección Depósito de Acumulación.....	172
2.6.3.2	Diseño del Circuito Hidráulico .....	175
2.6.3.2.1	Cálculo del Diámetro de las Tuberías .....	175
2.6.3.2.2	Cálculo de las Pérdidas de Carga de la Instalación.....	177
2.6.3.2.2.1	Pérdidas de Carga Continuas.....	177
2.6.3.2.2.2	Pérdidas de Carga Singulares.....	179
2.6.3.2.2.3	Pérdidas de Carga Totales .....	180
2.6.3.2.3	Dimensionamiento de la Bomba de Circulación .....	180
2.6.3.2.3.1	Elección Bomba de Circulación.....	182
2.6.3.2.4	Dimensionamiento del Vaso de Expansión.....	182
2.6.3.2.4.1	Elección del Vaso de Expansión .....	185
2.6.3.2.5	Fluido Caloportador .....	185
2.6.3.2.6	Sistema de Control.....	187
2.7	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE APOYO .....	189
2.7.1	Normativa Aplicable .....	189
2.7.2	Dimensionamiento del Sistema de Apoyo.....	189
2.7.2.1	Caldera Eléctrica .....	190
2.7.2.2	Caldera de Biomasa.....	192
2.7.2.3	Caldera de Gasoil.....	195
2.7.3	Selección de la Caldera.....	197
2.7.4	Conclusión .....	201

2.8	INSTALACIÓN SUMINISTRO DE AGUA.....	202
2.8.1	Bases de Cálculo.....	202
2.8.1.1	Redes de Distribución.....	202
2.8.1.1.1	Condiciones Mínimas de Suministro .....	202
2.8.1.1.2	Tramos de la Instalación .....	203
2.8.1.1.2.1	Factor de Fricción .....	203
2.8.1.1.2.2	Pérdidas de Carga.....	203
2.8.1.1.2.3	Montantes e Instalación Interior .....	204
2.8.1.1.3	Comprobación de la Presión.....	205
2.8.1.2	Derivaciones a Cuartos Húmedos y Ramales de Enlace .....	205
2.8.1.3	Redes de ACS .....	207
2.8.1.3.1	Redes de Impulsión.....	207
2.8.1.3.2	Redes de Retorno .....	207
2.8.1.3.3	Aislamiento Térmico.....	208
2.8.1.3.4	Dilatadores.....	208
2.8.2	Dimensionado .....	209
2.8.2.1	Acometidas.....	209
2.8.2.2	Tubos de Alimentación .....	209
2.8.2.3	Instalaciones Particulares .....	210
2.8.2.4	Dimensionamiento de la Bomba de Circulación.....	211



## 2.1 CONDICIONES EXTERNAS PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS

### 2.1.1 Situación Geográfica

La situación geográfica de la vivienda sometida a estudio es la siguiente:

- Altura sobre el nivel del mar: **15 metros.**
- Latitud: **40° 03' 36" N**
- Longitud: **00° 03' 36" E**
- Ubicación: **Benicasim, Castellón de la Plana.**

### 2.1.2 Zona Climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de Benicasim (provincia de Castellón), con una altura sobre el nivel del mar de 15 m. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática B3.

### 2.1.3 Condiciones Exteriores en Verano

Según la norma UNE 100014-84, los valores de temperatura, humedad y OMDR (1% de percentil) se calculan según un nivel de percentiles. Esos valores se cumplen en el total de las horas de los meses de junio, julio, agosto y septiembre, las cuales son 2928 horas.

Para el caso de la temperatura seca y humedad exterior en verano, los niveles a considerar son los siguientes:

- Nivel 0,4% para hospitales, clínicas y residencias de ancianos.
- Nivel 1% para el resto de los locales no incluidos en el anterior nivel.

Para una vivienda unifamiliar, como es el caso del presente proyecto, se selecciona un nivel de 1%, por lo que los valores de temperatura seca y humedad se superarán el 1% de las horas correspondientes a esa época del año.

#### 2.1.4 Condiciones Exteriores en Invierno

Según la norma UNE 100014-84, los valores de temperatura, humedad, OMDC (99% de percentil) y OMA se calculan según un nivel de percentiles. Esos valores se cumplen en el total de las horas de los meses de diciembre, enero y febrero, las cuales son 2160 horas.

Para el caso de la temperatura seca y humedad exterior en invierno, los niveles a considerar son los siguientes:

- Nivel 99,6% para hospitales, clínicas y residencias de ancianos.
- Nivel de 99% para el resto de los locales no incluidos en el anterior nivel.

Para una vivienda unifamiliar, como es el caso del presente proyecto, se selecciona un nivel de 99%, por lo que los valores de temperatura seca y humedad son correctos para el 99% de los días y horas correspondientes a esa época del año.

## 2.2 CONDICIONES INTERIORES PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS

### 2.2.1 Temperatura y Humedad Relativa

Según la IT 1.1.4.1.2 del CTE, las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el PPD según los siguientes casos:

- Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15 %, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en la siguiente tabla.

Estación	Temperatura Operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

*Tabla 24. Temperatura y Humedad Relativa*

- Para valores diferentes, es válido el cálculo utilizado en la norma UNE-EN ISO 7730.

Para una vivienda familiar, como es el caso del presente proyecto, se tienen en cuenta para los cálculos pertinentes una temperatura operativa de 24°C y una humedad relativa del 50% en la estación de verano, y una temperatura operativa de 22°C y una humedad relativa del 40% en la estación correspondiente al invierno.

### 2.2.2 Calidad del Aire Interior

Según el IT 1.1.4.2.2 del CTE, en función del uso del edificio o local, la categoría del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (Aire de óptima calidad) – hospitales, clínicas, guarderías y laboratorios.
- IDA 2 (Aire de buena calidad) – oficinas, residencias, salas de lectura, aulas de enseñanza, piscinas, entre otros.
- IDA 3 (Aire de calidad media) – edificios comerciales, cines, teatros, cafeterías, bares, gimnasios, entre otros.
- IDA 4 (Aire de calidad baja) – locales no comprendidos en los anteriores puntos.

En el caso de una vivienda familiar, al no encontrarse en ninguno de los tres primeros puntos, se considera que tiene un IDA 4, es decir, un aire de calidad baja.

### 2.2.3 Caudal Mínimo del Aire Exterior de Ventilación

Según el Documento Básico de Salubridad, HS3 apartado 2, en los locales habitables de las viviendas debe aportarse un caudal de aire exterior suficiente para conseguir que en cada local la concentración media anual de CO<sub>2</sub> sea menor que 900 ppm y que el acumulado anual de CO<sub>2</sub> que exceda de 1600 ppm sea menor que 500.000 ppm·h. A su vez, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Esta situación se considera satisfecha con el establecimiento de un caudal mínimo de 1,5 l/s por local habitante en los periodos de no ocupación. Estas dos condiciones nombradas anteriormente se consideran satisfechas con el establecimiento de una ventilación de caudal constante acorde con la siguiente tabla:

Tipo de vivienda	Caudal mínimo (l/s)				
	Locales secos			Locales húmedos	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

Tabla 25. Caudales Mínimos para Ventilación de Caudal Constante en Locales Habitables

En el caso de la vivienda sometida a estudio, al contener 3 dormitorios, el caudal mínimo en el dormitorio principal es de 8 l/s y 4 l/s en el resto de los dormitorios. En cuanto a la sala de estar y comedores, es de 10 l/s.

En cuanto al caudal de ventilación en locales no habitables, según el mismo documento, se especifica un caudal mínimo de ventilación de 0,7 l/s por m<sup>2</sup> útil para el caso de los trasteros, apartado que para el presente proyecto afecta.

### 2.2.4 Velocidad del Aire

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.3 Velocidad media del aire del RITE, la velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia. Por lo que la velocidad media admisible de aire en la zona ocupada estará comprendida entre los siguientes valores:

- Para valores de la temperatura seca (t) del aire dentro de los márgenes de 20°C a 27°C, se calculará con las siguientes ecuaciones:
  - Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 \text{ m/s}$$

*Ecuación 3. Velocidad del Aire con PPD de 15%*

- Con difusión por desplazamiento, intensidad de la turbulencia del 15% y PPD por corrientes de aire menor que el 10%:

$$V = \frac{t}{100} - 0,10 \text{ m/s}$$

*Ecuación 4. Velocidad del Aire Para PPD menores al 10%*

- Para otro valor del porcentaje de PPD, es válido el método de cálculo de las normas UNE-EN ISO 7730 y UNE-EN 13779, así como el informe CR 1752.



Teniendo en cuenta que los valores de temperatura y humedad relativa internas en las estaciones de verano e invierno vistos en la *Tabla 24. Temperatura y Humedad Relativa* han sido calculados considerando un valor de PPD comprendido entre 10% y 15%, y teniendo en cuenta los métodos de cálculo anteriores, los valores de velocidad del aire son los siguientes:

Estación	Velocidad media del aire (m/s)
Verano	0,17
Invierno	0,15

*Tabla 26. Velocidad Media del Aire*

### 2.2.5 Calidad del Aire Exterior

Según el IT 1.1.4.2.4 del CTE, la calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1 – aire puro que se ensucia sólo temporalmente.
- ODA 2 – aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3 – aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

En el caso de una vivienda unifamiliar, la calidad de aire exterior se puede considerar un término de medio como por ejemplo ODA 2 o incluso ODA 3.

### 2.2.6 Filtración del Aire Exterior Mínimo de Ventilación

Según el IT 1.1.4.2.4 del CTE, el aire exterior de ventilación deberá ser introducido debidamente filtrado. A su vez, las clases de filtración mínimas a emplear se calculan en función de los valores de IDA y ODA.

Calidad del aire interior				
Calidad del aire exterior	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3	F7+GF (*) +F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

*Tabla 27. Clases de Filtración*

En el caso de una vivienda unifamiliar, al considerar una calidad de aire interior IDA 4 y una calidad del aire exterior ODA 2,3, la clase de filtración que se considera es F5+F6.

### 2.2.7 Calidad Acústica

Según el apartado 3.3 del Documento Básico HR Protección frente al Ruido, desde el punto de vista hidráulico, del aire acondicionado y de la ventilación hay que seguir una serie de requisitos.

En lo que respecta a la parte hidráulica, en el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas anti vibratorios tales como manquitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras. El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m<sup>2</sup>. La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas. No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada en el suelo flotante. Los demás puntos que se nombran en la normativa no son tenidos en cuenta en el presente proyecto.

Desde el punto de vista del aire acondicionado, los conductos deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deben utilizarse silenciadores específicos. Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas anti vibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

Respecto a la ventilación, los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revertirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , sea al menos 33 dBA. Los demás puntos que se nombran en la normativa no son tenidos en cuenta en el presente proyecto.

## 2.3 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Para el cálculo de las cargas térmicas se utiliza el software para arquitectura, ingeniería y construcción llamado CYPE. Este software permite cálculos de las cargas en función de la normativa vigente en el momento de realización de estos. Más concretamente, se utiliza el CYPETHERM MEP, el cuál es una extensión del CYPE que permite que se puedan realizar tanto estudios térmicos como estudios acústicos, incendios, salubridad, solar térmica, gas, pararrayos, iluminación y electricidad.

Se debe introducir las características climáticas, geográficas y físicas del local o instalación a ser estudiado. En el caso que atiene al presente proyecto, se introduce la vivienda. Para ello se definen los elementos constructivos, como son la tabiquería, los cerramientos, los huecos, la azotea, la solera, etc. Una vez introducido, se procede a la definición de recintos para que el programa sepa el uso de cada recinto, así como el tipo.

Finalmente, el software calcula las cargas tanto en refrigeración como en calefacción de todos los recintos definidos anteriormente.

### 2.3.1 Condiciones Generales

Las condiciones generales de proyecto vienen definidas mediante la siguiente tabla:

Condiciones Generales	
Emplazamiento: <b>Benicàssim/Benicassim</b>	Porcentaje de mayoración por la orientación N: <b>20 %</b>
Latitud (grados): <b>40.06 °</b>	Porcentaje de mayoración por la orientación S: <b>0 %</b>
Altitud sobre el nivel del mar: <b>15 m</b>	Porcentaje de mayoración por la orientación E: <b>10 %</b>
Percentil para verano: <b>5.0 %</b>	Porcentaje de mayoración por la orientación O: <b>10 %</b>
Temperatura seca verano: <b>29.92 °C</b>	Suplemento de intermitencia para calefacción: <b>5 %</b>
Temperatura húmeda verano: <b>22.70 °C</b>	Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: <b>3 %</b>
Oscilación media diaria: <b>10.8 °C</b>	Porcentaje de mayoración de cargas (invierno): <b>0 %</b>
Oscilación media anual: <b>32 °C</b>	Porcentaje de mayoración de cargas (verano): <b>0 %</b>
Percentil para invierno: <b>97.5 %</b>	Humedad relativa en invierno: <b>90 %</b>
Temperatura seca en invierno: <b>2.50 °C</b>	Velocidad del viento: <b>6.3 m/s</b>

Tabla 28. Condiciones Generales

## 2.3.2 Características Constructivas

### 2.3.2.1 Envolvente Térmica

#### 2.3.2.1.1 Suelos En Contacto con el Terreno

Forjado sanitario - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de piedra natural sobre una superficie plana, con adhesivo

**Superficie total  
106.02 m<sup>2</sup>**

#### Revestimiento del suelo.

- Pavimento: Solado de baldosas de mármol Crema Levante, 60x30x2 cm, acabado pulido, recibidas con adhesivo cementoso mejorado, C2 y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: BASE AUTONIVELANTE: capa fina de pasta niveladora de suelos, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación monocomponente a base de resinas sintéticas modificadas sin disolventes. Incluso banda de panel rígido de poliestireno expandido para la preparación de las juntas perimetrales de dilatación; AISLAMIENTO: aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento, de 40 mm de espesor, de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGEHOLCIM"; y posterior aplicación de líquido de curado incoloro. Incluso banda de panel rígido de poliestireno expandido para la preparación de las juntas perimetrales de dilatación.

#### Elemento estructural.

- Forjado sanitario de hormigón armado, canto 27 = 22+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos; formado por: vigueta pretensada T-18; bovedilla de hormigón, 60x20x22 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sobre murete de apoyo de 80 cm

de altura de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, acabado con lámina asfáltica. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

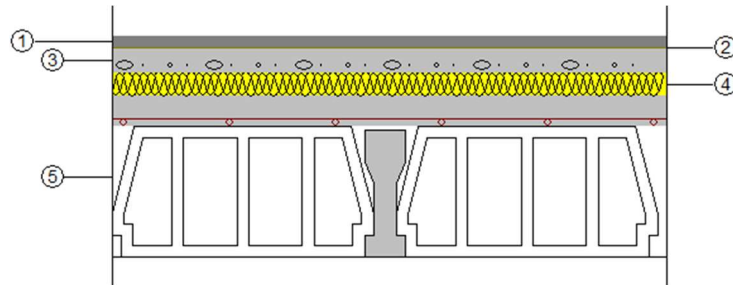


Ilustración 17. Solera 1

Listado de capas:

- |   |        |
|---|--------|
| • Solado de baldosas de mármol Crema Levante                                    | 2 cm   |
| • Mortero autonivelante de cemento  | 0.2 cm |
| • Base de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGEHOLCIM" | 4 cm   |
| • Lana mineral  | 4 cm   |
| • Forjado unidireccional 22+5 cm (Bovedilla de hormigón)                        | 27 cm  |

Espesor total: **37.2 cm**

Altura libre: 80 cm

Limitación de demanda energética

- $U_s$ : 0.26 W/(m<sup>2</sup>·K)
- (Para una longitud característica  $B' = 5.6$  m)

Detalle de cálculo ( $U_s$ )

- Superficie del forjado, A: 143.63 m<sup>2</sup>
- Perímetro del forjado, P: 51.10 m
- Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 1.17 m

- Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m
- Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.38 m<sup>2</sup>·K/W
- Coeficiente de transmisión térmica del muro perimetral, Uw: 1.09 W/(m<sup>2</sup>·K)
- Factor de protección contra el viento, fw: 0.05
- Tipo de terreno: Grava

#### Protección frente al ruido

- Masa superficial: 486.63 kg/m<sup>2</sup>
- Masa superficial del elemento base: 348.03 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 55.3(-1; -6) dB
- Mejora del índice global de reducción acústica, debida al suelo flotante, □R: 8 dB
- Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, Ln,w: 75.0 dB
- Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, ΔLD,w: 33 dB

**Forjado sanitario - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas en capa fina**

**Superficie total  
24.50 m<sup>2</sup>**

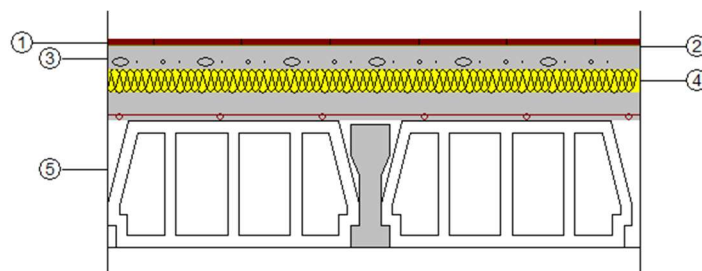
#### Revestimiento del suelo.

- PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 25x25 cm, capacidad de absorción de agua E<3%, grupo BIb, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco.
- BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de:
  - BASE AUTONIVELANTE: capa fina de pasta niveladora de suelos, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación monocomponente a base de resinas sintéticas modificadas sin disolventes. Incluso banda de panel rígido de poliestireno expandido para la preparación de las juntas perimetrales de dilatación.

- AISLAMIENTO: aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.
- CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento, de 40 mm de espesor, de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGEHOLCIM"; y posterior aplicación de líquido de curado incoloro. Incluso banda de panel rígido de poliestireno expandido para la preparación de las juntas perimetrales de dilatación.

#### Elemento estructural.

- Forjado sanitario de hormigón armado, canto 27 = 22+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos; formado por: vigueta pretensada T-18; bovedilla de hormigón, 60x20x22 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sobre murete de apoyo de 80 cm de altura de ladrillo cerámico perforado (panel), para revestir, con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, acabado con lámina asfáltica. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.



*Ilustración 18. Solera 2*



Listado de capas:

1. Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1 cm
2. Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
3. Base de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGEHOLCIM"	4 cm
4. Lana mineral	4 cm
5. Forjado unidireccional 22+5 cm (Bovedilla de hormigón)	27 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>36.2 cm</b>

Altura libre: 80 cm

Limitación de demanda energética

- Us: 0.26 W/(m<sup>2</sup>·K)
- (Para una longitud característica B' = 5.6 m)

Detalle de cálculo (Us)

- Superficie del forjado, A: 143.63 m<sup>2</sup>
- Perímetro del forjado, P: 51.10 m
- Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 1.17 m
- Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m
- Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.38 m<sup>2</sup>·K/W
- Coeficiente de transmisión térmica del muro perimetral, Uw: 1.09 W/(m<sup>2</sup>·K)
- Factor de protección contra el viento, fw: 0.05
- Tipo de terreno: Grava

Protección frente al ruido

- Masa superficial: 486.63 kg/m<sup>2</sup>
- Masa superficial del elemento base: 348.03 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 55.3(-1; -6) dB

- Mejora del índice global de reducción acústica, debida al suelo flotante,  $\square R$ : 8 dB
- Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 75.0 dB
- Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante,  $\Delta LD_{w}$ : 33 dB

### 2.3.2.1.2 Fachadas

#### 2.3.2.1.2.1 Parte Ciega de las Fachadas

##### Fachada ligera Placo

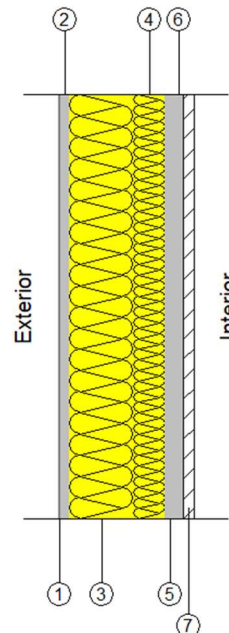
**Superficie total**  
**72.89 m<sup>2</sup>**

Fachada ligera de placas. Sistema Placotherm Integra "PLACO" con DAU nº 14/089 A, formado por:

- ESTRUCTURA EXTERIOR: estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales THR 100, de acero galvanizado Z1 (Z140) y montantes verticales THM 100, de acero galvanizado Z1 (Z140), con una modulación de 400 mm; AISLAMIENTO EXTERIOR: panel compacto de lana mineral Arena, de alta densidad, Arena Master "ISOVER", de 90 mm de espesor, resistencia térmica 2,35 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), colocado a tope; PLACA EXTERIOR: placa de yeso laminado GM-FH1, Glasroc X 13 "PLACO";
- ESTRUCTURA INTERIOR: estructura metálica interior de acero galvanizado de perfiles angulares CR2 y perfiles intermedios THZ 45, de acero galvanizado Z1 (Z140) con una modulación de 600 mm; AISLAMIENTO INTERIOR: panel semirrígido de lana mineral Arena de alta densidad, Arena Basic, de 45 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,037 W/(mK), colocado a tope;
- PLACAS INTERIORES: dos placas de yeso laminado DFI, Phonique PPH 13 "PLACO";
- IMPERMEABILIZACIÓN: lámina altamente transpirable, impermeable al agua de lluvia, Tyvek StuccoWrap, fijada a los montantes de la estructura metálica por la cara exterior; REVESTIMIENTO EXTERIOR: capa base de malla de refuerzo CMALL 160 embebida entre dos capas de imprimación a base de polímeros elastoméricos modificados, Placotherm Primer, y capa de acabado de mortero

acrílico Webertene Stilo, de 2 a 3 mm de espesor, acabado gota, compuesto de cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales sobre imprimación reguladora de la absorción Weber CS, compuesta de cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales. Incluso banda acústica, tornillería para la fijación de las placas, fijaciones para el anclaje de los perfiles, pasta Promix Hydro "PLACO" y cinta "PLACO", para el tratamiento de juntas entre placas exteriores, pasta SN "PLACO" y cinta "PLACO", para el tratamiento de juntas entre placas interiores, perfil de PVC con malla de fibra de vidrio antiálcalis, Perfil Goteo "PLACO", para remate de dinteles, y cinta adhesiva de doble cara para la fijación de la lámina altamente transpirable;

- REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista;
- ACABADO INTERIOR: Aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.



*Ilustración 19. Fachada 1*

Listado de capas:

1. Mortero decorativo Webertene Stilo "WEBER"	0.25 cm
2. Placa de yeso laminado Glasroc X 13 "PLACO"	1.25 cm
3. Panel compacto de lana mineral Arena, de alta densidad Arena Master "ISOVER"	9 cm
4. Panel semirrígido de lana mineral Arena de alta densidad Arena Basic "ISOVER"	4.5 cm
5. Placa de yeso laminado PPH 13 "PLACO"	1.25 cm
6. Placa de yeso laminado PPH 13 "PLACO"	1.25 cm
7. Guarnecido de yeso	1.5 cm
8. Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
<b>Espesor total:</b>	<b>19 cm</b>

Limitación de demanda energética

- $U_m: 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Protección frente al ruido

- Masa superficial:  $61.38 \text{ kg}/\text{m}^2$
- Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr}): 35.7(-1; -1) \text{ dB}$

**Fachada ligera Placo**

**Superficie total  
15.30 m<sup>2</sup>**

Fachada ligera de placas. Sistema Placotherm Integra "PLACO" con DAU nº 14/089 A, formado por:

- **ESTRUCTURA EXTERIOR:** estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales THR 100, de acero galvanizado Z1 (Z140) y montantes verticales THM 100, de acero galvanizado Z1 (Z140), con una modulación de 400 mm; **AISLAMIENTO EXTERIOR:** panel compacto de lana mineral Arena, de alta densidad, Arena Master "ISOVER", de 90 mm de espesor, resistencia térmica  $2,35 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ , conductividad térmica  $0,038 \text{ W}/(\text{mK})$ , colocado a tope;

- PLACA EXTERIOR: placa de yeso laminado GM-FH1, Glasroc X 13 "PLACO"; ESTRUCTURA INTERIOR: estructura metálica interior de acero galvanizado de perfiles angulares CR2 y perfiles intermedios THZ 45, de acero galvanizado Z1 (Z140) con una modulación de 600 mm;
- AISLAMIENTO INTERIOR: panel semirrígido de lana mineral Arena de alta densidad, Arena Basic, de 45 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,037 W/(mK), colocado a tope;
- PLACAS INTERIORES: dos placas de yeso laminado DFI, Phonique PPH 13 "PLACO";
- IMPERMEABILIZACIÓN: lámina altamente transpirable, impermeable al agua de lluvia, Tyvek StuccoWrap, fijada a los montantes de la estructura metálica por la cara exterior;
- REVESTIMIENTO EXTERIOR: capa base de malla de refuerzo CMALL 160 embebida entre dos capas de imprimación a base de polímeros elastoméricos modificados, Placotherm Primer, y capa de acabado de mortero acrílico Webertene Stilo, de 2 a 3 mm de espesor, acabado gota, compuesto de cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales sobre imprimación reguladora de la absorción Weber CS, compuesta de cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales. Incluso banda acústica, tornillería para la fijación de las placas, fijaciones para el anclaje de los perfiles, pasta Promix Hydro "PLACO" y cinta "PLACO", para el tratamiento de juntas entre placas exteriores, pasta SN "PLACO" y cinta "PLACO", para el tratamiento de juntas entre placas interiores, perfil de PVC con malla de fibra de vidrio antiálcalis, Perfil Goteo "PLACO", para remate de dinteles, y cinta adhesiva de doble cara para la fijación de la lámina altamente transpirable;
- REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista;
- ACABADO INTERIOR: Alicatado con azulejo acabado liso, 15x15 cm, capacidad de absorción de agua E>10%, grupo BIII, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, recibido con mortero de cemento M-5.

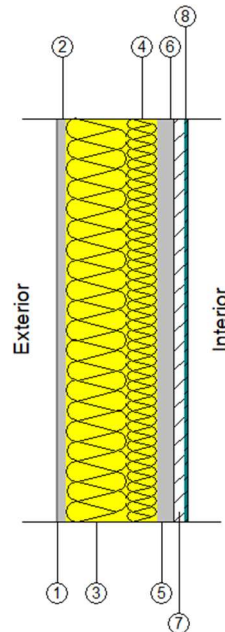


Ilustración 20. Fachada 2

Listado de capas:

Mortero decorativo Webertene Stilo "WEBER"	0.25 cm
Placa de yeso laminado Glasroc X 13 "PLACO"	1.25 cm
Panel compacto de lana mineral Arena, de alta densidad Arena Master "ISOVER"	9 cm
Panel semirrígido de lana mineral Arena de alta densidad Arena Basic "ISOVER"	4.5 cm
Placa de yeso laminado PPH 13 "PLACO"	1.25 cm
Placa de yeso laminado PPH 13 "PLACO"	1.25 cm
Guarnecido de yeso	1.5 cm
Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
Espesor total:	<b>19.5 cm</b>

#### Limitación de demanda energética

- $U_m$ : 0.25 W/(m<sup>2</sup>·K)

#### Protección frente al ruido

- Masa superficial: 72.88 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 36.9(-1; -1) dB

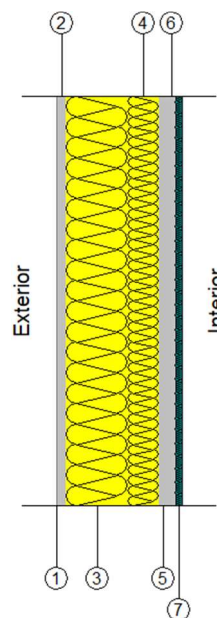
**Fachada ligera Placo**

**Superficie total  
30.46 m<sup>2</sup>**

Fachada ligera de placas. Sistema Placotherm Integra "PLACO" con DAU nº 14/089 A, formado por:

- ESTRUCTURA EXTERIOR: estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales THR 100, de acero galvanizado Z1 (Z140) y montantes verticales THM 100, de acero galvanizado Z1 (Z140), con una modulación de 400 mm;
- AISLAMIENTO EXTERIOR: panel compacto de lana mineral Arena, de alta densidad, Arena Master "ISOVER", de 90 mm de espesor, resistencia térmica 2,35 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), colocado a tope;
- PLACA EXTERIOR: placa de yeso laminado GM-FH1, Glasroc X 13 "PLACO";
- ESTRUCTURA INTERIOR: estructura metálica interior de acero galvanizado de perfiles angulares CR2 y perfiles intermedios THZ 45, de acero galvanizado Z1 (Z140) con una modulación de 600 mm;
- AISLAMIENTO INTERIOR: panel semirrígido de lana mineral Arena de alta densidad, Arena Basic, de 45 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,037 W/(mK), colocado a tope;
- PLACAS INTERIORES: dos placas de yeso laminado DFI, Phonique PPH 13 "PLACO";
- IMPERMEABILIZACIÓN: lámina altamente transpirable, impermeable al agua de lluvia, Tyvek StuccoWrap, fijada a los montantes de la estructura metálica por la cara exterior;

- REVESTIMIENTO EXTERIOR: capa base de malla de refuerzo CMALL 160 embebida entre dos capas de imprimación a base de polímeros elastoméricos modificados, Placotherm Primer, y capa de acabado de mortero acrílico Webertene Stilo, de 2 a 3 mm de espesor, acabado gota, compuesto de cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales sobre imprimación reguladora de la absorción Weber CS, compuesta de cargas minerales, resinas en dispersión acuosa, pigmentos orgánicos, fungicidas y aditivos especiales. Incluso banda acústica, tornillería para la fijación de las placas, fijaciones para el anclaje de los perfiles, pasta Promix Hydro "PLACO" y cinta "PLACO", para el tratamiento de juntas entre placas exteriores, pasta SN "PLACO" y cinta "PLACO", para el tratamiento de juntas entre placas interiores, perfil de PVC con malla de fibra de vidrio antiálcalis, Perfil Goteo "PLACO", para remate de dinteles, y cinta adhesiva de doble cara para la fijación de la lámina altamente transpirable;
- ACABADO INTERIOR: Revoco liso con acabado lavado realizado con mortero de cal.



*Ilustración 21. Fachada 3*



Listado de capas:

1 - Mortero decorativo Webertene Stilo "WEBER"	0.25 cm
2 - Placa de yeso laminado Glasroc X 13 "PLACO"	1.25 cm
3 - Panel compacto de lana mineral Arena, de alta densidad Arena Master "ISOVER"	9 cm
4 - Panel semirrígido de lana mineral Arena de alta densidad Arena Basic "ISOVER"	4.5 cm
5 - Placa de yeso laminado PPH 13 "PLACO"	1.25 cm
6 - Placa de yeso laminado PPH 13 "PLACO"	1.25 cm
7 - Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal	1 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>18.5 cm</b>

Limitación de demanda energética

- $U_m: 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Protección frente al ruido

- Masa superficial:  $63.13 \text{ kg}/\text{m}^2$
- Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr}): 35.9(-1; -1) \text{ dB}$

2.4.1.1.2.2 Huecos en Fachada

Todos los huecos en fachada se renuevan y se disponen nuevos (incluyendo puertas interiores).

**Puerta de entrada a la vivienda, de madera**

Puerta interior de entrada de  $203 \times 82,5 \times 4,5 \text{ cm}$ , hoja tipo castellana, con cuarterones, con tablero de madera maciza de pino melis.

Dimensiones	Ancho x Alto: <b>82.5 x 203 cm</b>	nº uds: <b>1</b>
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, $U: 1.79 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
	Absortividad, $a_s: 0.6$ (color intermedio)	

Caracterización acústica Absorción,  $a_{500\text{Hz}} = 0.06$ ;  $a_{1000\text{Hz}} = 0.08$ ;  $a_{2000\text{Hz}} = 0.10$

### Puerta de entrada a la vivienda, de madera

Puerta interior de entrada de 203x82,5x4,5 cm, hoja de tablero aglomerado, chapado con sapeli.

Dimensiones Ancho x Alto: **82.5 x 203 cm** n° uds: **1**

Caracterización térmica Transmitancia térmica, U: 1.79 W/(m<sup>2</sup>·K)

Absortividad,  $a_s$ : 0.6 (color intermedio)

Caracterización acústica Absorción,  $a_{500\text{Hz}} = 0.06$ ;  $a_{1000\text{Hz}} = 0.08$ ;  $a_{2000\text{Hz}} = 0.10$

Ventana practicable, de 1600x1200 mm - Doble acristalamiento Guardian Select

**CONTROL GLASS  
ACÚSTICO Y SOLAR,  
4/6/4**

#### CARPINTERÍA:

Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x1200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total.

- Características del vidrio
  - Transmitancia térmica,  $U_g$ : 3.30 W/(m<sup>2</sup>·K)
  - Factor solar, g: 0.77
  - Aislamiento acústico,  $R_w$  (C;C<sub>tr</sub>): 28 (-1;-3) dB
- Características de la carpintería
  - Transmitancia térmica,  $U_f$ : 2.20 W/(m<sup>2</sup>·K)
  - Tipo de apertura: Practicable
  - Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4
  - Absortividad,  $a_s$ : 0.4 (color claro)

Dimensiones: <b>160 x 120 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>3</b>
Transmisión térmica	$U_w$	2.86	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Soleamiento	F	0.48	
	$F_H$	0.39	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	31 (-1;-4)	dB

Dimensiones: <b>160 x 120 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	$U_w$	2.86	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Soleamiento	F	0.48	
	$F_H$	0.48	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	31 (-1;-4)	dB

Dimensiones: <b>160 x 120 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	$U_w$	2.86	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Soleamiento	F	0.48	
	$F_H$	0.43	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	31 (-1;-4)	dB
<i>Notas:</i>			
<i><math>U_w</math>: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m<sup>2</sup>·K))</i>			
<i>F: Factor solar del hueco</i>			
<i><math>F_H</math>: Factor solar modificado</i>			
<i><math>R_w</math> (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

**Ventana corredera, de 900x1200 mm - Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4**

**CONTROL  
GLASS  
ACÚSTICO Y  
SOLAR, 4/6/4**

#### CARPINTERÍA:

Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 900x1200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m} = 2,3$  W/(m<sup>2</sup>K); espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total.

- Características del vidrio
  - Transmitancia térmica,  $U_g$ : 3.30 W/(m<sup>2</sup>·K)
  - Factor solar,  $g$ : 0.77
  - Aislamiento acústico,  $R_w$  (C;C<sub>tr</sub>): 28 (-1;-3) dB
- Características de la carpintería
  - Transmitancia térmica,  $U_f$ : 2.20 W/(m<sup>2</sup>·K)
  - Tipo de apertura: Deslizante
  - Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4
  - Absortividad,  $a_s$ : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 90 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	$U_w$	2.65	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Soleamiento	$F$	0.33	
	$F_H$	0.33	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	26 (-1;-1)	dB

Dimensiones: 90 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	$U_w$	2.65	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Soleamiento	$F$	0.33	
	$F_H$	0.30	
Caracterización acústica	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	26 (-1;-1)	dB
<b>Notas:</b>			
<i><math>U_w</math>: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m<sup>2</sup>·K))</i>			
<i><math>F</math>: Factor solar del hueco</i>			
<i><math>F_H</math>: Factor solar modificado</i>			
<i><math>R_w</math> (C;C<sub>tr</sub>): Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

**Ventana corredera, de 1000x1300 mm - Doble  
acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO  
Y SOLAR", 4/6/4**

**CARPINTERÍA:**

Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1000x1300 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

**VIDRIO:**

Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total.

- Características del vidrio      Transmitancia térmica,  $U_g$ :  $3.30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
Factor solar, g: 0.77  
Aislamiento acústico,  $R_w (C;C_{tr})$ : 28 (-1;-3) dB
- Características de la carpintería      Transmitancia térmica,  $U_f$ :  $2.20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
Tipo de apertura: Deslizante  
Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4  
Absortividad,  $a_s$ : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: <b>100 x 130 cm</b> (ancho x alto)			nº uds: <b>1</b>
Transmisión térmica	$U_w$	2.70	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	$F_H$	0.39	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	26 (-1;-1)	dB
<i>Notas:</i>			
<i><math>U_w</math>: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m<sup>2</sup>·K))</i>			
<i>F: Factor solar del hueco</i>			
<i><math>F_H</math>: Factor solar modificado</i>			
<i><math>R_w (C;C_{tr})</math>: Valores de aislamiento acústico (dB)</i>			

### 2.3.2.1.3 Cubiertas

#### 2.3.2.1.3.1 Parte Maciza de las Azoteas

**Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo. Impermeabilización con láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)**

**Superficie total  
90.66 m<sup>2</sup>**

#### REVESTIMIENTO EXTERIOR:

Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: arcilla expandida, acabado con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa de protección: baldosas cerámicas de gres rústico 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo CG 2, color blanco.

## ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos:

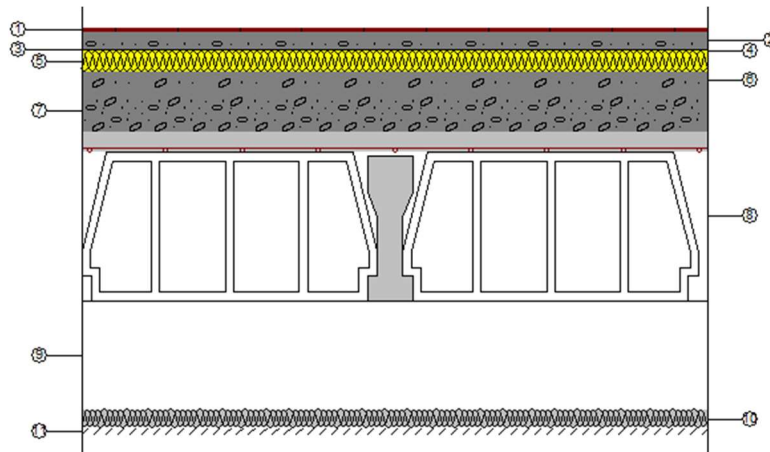
- **FORJADO UNIDIRECCIONAL:** horizontal, de canto 40 = 35+5 cm; semivigüeta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x35 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos;
- **PILARES:** con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

## REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de:

- **AISLAMIENTO:** aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por panel semirrígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK);
- **TECHO SUSPENDIDO:** falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes;
- **ACABADO SUPERFICIAL:** aplicación manual de dos manos de pintura al temple, color blanco, acabado mate, textura gotelé con gota fina, la primera mano diluida con un máximo de 40% de agua y la siguiente sin diluir; sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.





Il·lustració 22. Cubierta 1

Listado de capas:

1	Pavimento de de gres rústico	
2	Mortero de cemento	4 cm
3	Geotextil de poliéster	0.08 cm
4	Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
5	Lana mineral soldable	5 cm
6	Capa de regularización de mortero de cemento	4 cm
7	Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
8	Forjado unidireccional 35+5 cm (Bovedilla de hormigón)	40 cm
9	Cámara de aire sin ventilar	26 cm
10	Lana mineral	4 cm
11	Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
12	Pintura al temple sobre paramento interior de yeso o escayola	---

Espesor total: **96.04 cm**

Limitación de demanda energética

- Uc refrigeración: 0.23 W/(m<sup>2</sup>·K)
- Uc calefacción: 0.24 W/(m<sup>2</sup>·K)

#### Protección frente al ruido

- Masa superficial: 691.79 kg/m<sup>2</sup>
- Masa superficial del elemento base: 453.33 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 59.5(-1; -6) dB

#### Protección frente a la humedad

- Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo
- Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

<b>Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilería vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo. Impermeabilización con láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)</b>	<b>Superficie total 24.50 m<sup>2</sup></b>
---	---

#### REVESTIMIENTO EXTERIOR:

Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: arcilla expandida, acabado con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa de protección: baldosas cerámicas de gres rústico 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo CG 2, color blanco.

## ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 40 = 35+5 cm; semiviguetas pretensadas T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x35 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

## REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de:

- AISLAMIENTO: aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por panel semirrígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK);
- TECHO SUSPENDIDO: falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola fisuradas, con perfilera vista acabado lacado, color blanco.

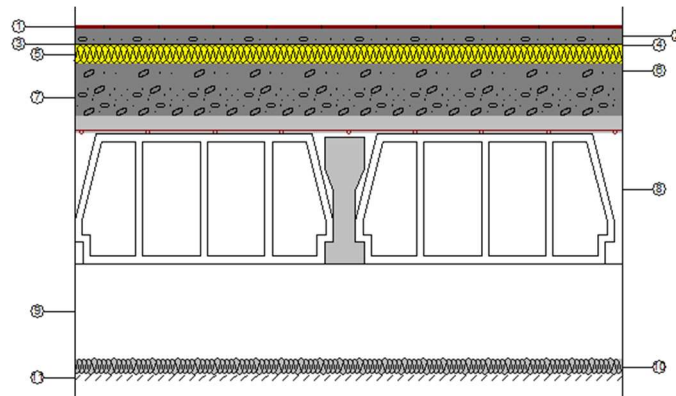


Ilustración 23. Cubierta 2

Listado de capas:

1 - Pavimento de gres rústico	1 cm
2 - Mortero de cemento	4 cm
3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
4 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
5 - Lana mineral soldable	5 cm
6 - Capa de regularización de mortero de cemento	4 cm
7 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
8 - Forjado unidireccional 35+5 cm (Bovedilla de hormigón)	40 cm
9 - Cámara de aire sin ventilar	26 cm
10 - Lana mineral	4 cm
11 - Falso techo registrable de placas de escayola	1.6 cm

Espesor total: **96.04 cm**

Limitación de demanda energética

- Uc refrigeración: 0.23 W/(m<sup>2</sup>·K)
- Uc calefacción: 0.24 W/(m<sup>2</sup>·K)

#### Protección frente al ruido

- Masa superficial: 691.79 kg/m<sup>2</sup>
- Masa superficial del elemento base: 453.33 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 59.5(-1; -6) dB

#### Protección frente a la humedad

- Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo
- Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

<b>Guarnecido de yeso a buena vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo.</b> <b>Impermeabilización con láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)</b>	<b>Superficie total</b> <b>15.36 m<sup>2</sup></b>
--	---

#### REVESTIMIENTO EXTERIOR:

Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: arcilla expandida, acabado con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa de protección: baldosas cerámicas de gres rústico 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo CG 2, color blanco.

#### ELEMENTO ESTRUCTURAL

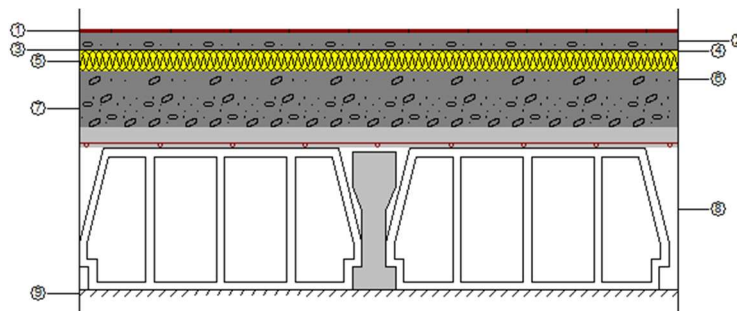
Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m<sup>2</sup>, compuesta de los siguientes elementos:

- **FORJADO UNIDIRECCIONAL:** horizontal, de canto 40 = 35+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x35 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos;
- **PILARES:** con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

## REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo con revestimiento continuo, compuesto de:

- **REVESTIMIENTO BASE:** guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista; Capa de acabado: aplicación manual de dos manos de pintura al temple, color blanco, acabado mate, textura gotelé con gota fina, la primera mano diluida con un máximo de 40% de agua y la siguiente sin diluir; sobre paramento interior de mortero de cemento, horizontal.



*Ilustración 24. Cubierta 3*

Listado de capas:

1 - Pavimento de de gres rústico	1 cm
2 - Mortero de cemento	4 cm
3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
4 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
5 - Lana mineral soldable	5 cm
6 - Capa de regularización de mortero de cemento	4 cm
7 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
8 - Forjado unidireccional 35+5 cm (Bovedilla de hormigón)	40 cm
9 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
10 - pintura al temple sobre paramento interior de mortero de cemento	---
<b>Espesor total:</b>	<b>65.94 cm</b>

Limitación de demanda energética

- Uc refrigeración: 0.34 W/(m<sup>2</sup>·K)
- Uc calefacción: 0.35 W/(m<sup>2</sup>·K)

Protección frente al ruido

- Masa superficial: 694.24 kg/m<sup>2</sup>
- Masa superficial del elemento base: 470.58 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 60.1(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad

- Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo
- Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

### 2.3.2.2 Compartimentación

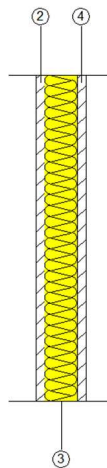
#### 2.3.2.2.1 *Compartimentación Interior Vertical*

##### 2.3.2.2.1.1 Parte ciega de la Compartimentación Interior Vertical

**Tabique PYL 100/600(70) LM**

**Superficie total  
21.42 m<sup>2</sup>**

Tabique simple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 100/600(70) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 100 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornilla una placa de yeso laminado A, Standard "KNAUF" en cada cara y aislamiento de panel de lana mineral, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor.



*Ilustración 25. Tabiquería 1*

Listado de capas:

1. Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2. Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
3. Lana mineral Ultracoustic R "KNAUF INSULATION"	6 cm
4. Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
5. Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---



Espesor total:

**9 cm**

Limitación de demanda energética

- $U_m$ : 0.50 W/(m<sup>2</sup>·K)

Protección frente al ruido

- Masa superficial: 27.16 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 47.0(-2; -7) dB
- Referencia del ensayo: CTA-086/08 AER

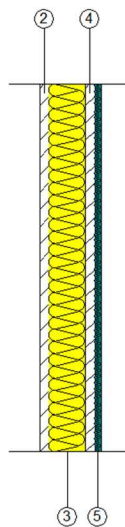
Seguridad en caso de incendio

- Resistencia al fuego: EI 30

**Tabique PYL 100/600(70) LM**

**Superficie total  
15.23 m<sup>2</sup>**

Tabique simple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 100/600(70) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 100 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornilla una placa de yeso laminado A, Standard "KNAUF" en cada cara y aislamiento de panel de lana mineral, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor.



*Ilustración 26. Tabiquería 2*

Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
3 - Lana mineral Ultracoustic R "KNAUF INSULATION"	6 cm
4 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
5 - Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal	1 cm
Espesor total:	<b>10 cm</b>

Limitación de demanda energética

- $U_m: 0.50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Protección frente al ruido

- Masa superficial:  $46.16 \text{ kg}/\text{m}^2$
- Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr}): 47.0(-2; -7) \text{ dB}$
- Referencia del ensayo: CTA-086/08 AER

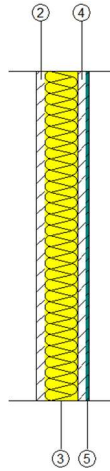
Seguridad en caso de incendio

- Resistencia al fuego: EI 30

**Tabique PYL 100/600(70) LM**

**Superficie total  
19.63 m<sup>2</sup>**

Tabique simple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 100/600(70) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 100 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornilla una placa de yeso laminado A, Standard "KNAUF" en cada cara y aislamiento de panel de lana mineral, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor.



*Ilustración 27. Tabiquería 3*

Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
3 - Lana mineral Ultracoustic R "KNAUF INSULATION"	6 cm
4 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>9.5 cm</b>

Limitación de demanda energética

- $U_m$ : 0.50 W/(m<sup>2</sup>·K)

Protección frente al ruido

- Masa superficial: 38.66 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 47.0(-2; -7) dB
- Referencia del ensayo: CTA-086/08 AER

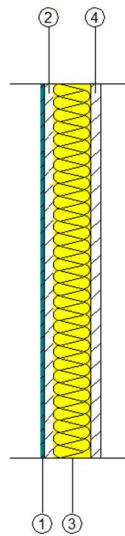
Seguridad en caso de incendio

- Resistencia al fuego: EI 30

**Tabique PYL 100/600(70) LM**

**Superficie total  
30.16 m<sup>2</sup>**

Tabique simple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 100/600(70) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 100 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornilla una placa de yeso laminado A, Standard "KNAUF" en cada cara y aislamiento de panel de lana mineral, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor.



*Ilustración 28. Tabiquería 4*

Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
3 - Lana mineral Ultracoustic R "KNAUF INSULATION"	6 cm
4 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
<b>Espesor total:</b>	<b>9.5 cm</b>

#### Limitación de demanda energética

- $U_m$ : 0.50 W/(m<sup>2</sup>·K)

#### Protección frente al ruido

- Masa superficial: 38.66 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 47.0(-2; -7) dB
- Referencia del ensayo: CTA-086/08 AER

#### Seguridad en caso de incendio

- Resistencia al fuego: EI 30

### Tabique PYL 100/600(70) LM

**Superficie total  
0.03 m<sup>2</sup>**

Tabique simple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 100/600(70) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 100 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornilla una placa de yeso laminado A, Standard "KNAUF" en cada cara y aislamiento de panel de lana mineral, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor.

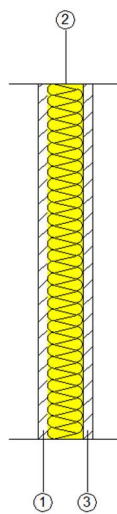


Ilustración 29. Tabiquería 5

Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
2 - Lana mineral Ultracoustic R "KNAUF INSULATION"	6 cm
3 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
4 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
<b>Espesor total:</b>	<b>9 cm</b>

Limitación de demanda energética

- $U_m: 0.50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Protección frente al ruido

- Masa superficial:  $27.16 \text{ kg}/\text{m}^2$
- Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr}): 47.0(-2; -7) \text{ dB}$
- Referencia del ensayo: CTA-086/08 AER

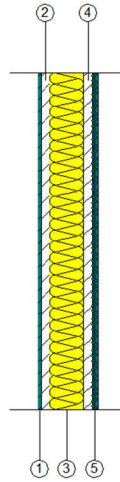
Seguridad en caso de incendio

- Resistencia al fuego: EI 30

**Tabique PYL 100/600(70) LM**

**Superficie total  
6,05 m<sup>2</sup>**

Tabique simple de placas de yeso laminado y lana mineral, sistema PYL 100/600(70) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 100 mm de espesor total, compuesto por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a la que se atornilla una placa de yeso laminado A, Standard "KNAUF" en cada cara y aislamiento de panel de lana mineral, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor.



*Ilustración 30. Tabiquería 6*

Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
3 - Lana mineral Ultracoustic R "KNAUF INSULATION"	6 cm
4 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
5 - Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal	1 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>10.5 cm</b>

Limitación de demanda energética

- $U_m$ : 0.50 W/(m<sup>2</sup>·K)

Protección frente al ruido

- Masa superficial: 57.66 kg/m<sup>2</sup>
- Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_{tr})$ : 47.0(-2; -7) dB
- Referencia del ensayo: CTA-086/08 AER

Seguridad en caso de incendio

- Resistencia al fuego: EI 30

### 2.3.2.2.1.2 Huecos Verticales Interiores

#### Puerta de paso interior, de madera

Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, con plafones de forma recta; precerco de pino país; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm en ambas caras. Incluso bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica.

Dimensiones Ancho x Alto: **82.5 x 203 cm** n° uds: **5**

Caracterización térmica Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m<sup>2</sup>·K)

Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.6 (color intermedio)

Caracterización acústica Absorción,  $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$ ;  $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$ ;  $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$

### 2.3.2.3 Materiales Empleados

Capas						
Material	e	r	l	RT	Cp	m
Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5	2300	1.3	0.0038	840	100000
Base de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGEHOLCIM"	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Capa de regularización de mortero de cemento	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Falso techo continuo de placas de escayola	1.6	825	0.25	0.064	1000	4
Falso techo registrable de placas de escayola	1.6	825	0.25	0.064	1000	4



Capas						
Material	e	r	l	RT	Cp	m
Forjado unidireccional 22+5 cm (Bovedilla de hormigón)	27	1289.01	1.364	0.198	1000	80
Forjado unidireccional 35+5 cm (Bovedilla de hormigón)	40	1133.33	1.6	0.25	1000	80
Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10	350	0.1	1	1000	4
Geotextil de poliéster	0.08	250	0.038	0.0211	1000	1
Guarnecido de yeso	1.5	1150	0.57	0.0263	1000	6
Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36	1100	0.23	0.0157	1000	50000
Lana mineral	4	40	0.035	1.1429	840	1
Lana mineral	4	120	0.035	1.1429	1000	1
Lana mineral soldable	5	150	0.038	1.3158	800	1
Lana mineral Ultracoustic R "KNAUF INSULATION"	6	40	0.037	1.6216	1000	1
Mortero autonivelante de cemento	0.2	1900	1.3	0.0015	1000	10
Mortero de cemento	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Mortero decorativo Webertene Stilo "WEBER"	0.25	1810	1.3	0.0019	1000	10
Panel compacto de lana mineral Arena, de alta densidad Arena Master "ISOVER"	9	40	0.038	2.3684	1000	1
Panel semirrígido de lana mineral Arena de alta densidad Arena Basic "ISOVER"	4.5	40	0.037	1.2162	1000	1
Pavimento de de gres rústico	1	2500	2.3	0.0043	1000	2500
Placa de yeso laminado Glasroc X 13 "PLACO"	1.25	800	0.187	0.067	1000	10

Capas						
Material	e	r	l	RT	Cp	m
Placa de yeso laminado PPH 13 "PLACO"	1.25	968	0.25	0.05	1000	10
Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5	825.333	0.25	0.06	1000	4
Revoco liso con acabado lavado de mortero de cal	1	1900	1.3	0.0077	1000	10
Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1	2500	2.3	0.0043	1000	30
Solado de baldosas de mármol Crema Levante	2	2700	3.5	0.0057	1000	10000
Abreviaturas utilizadas						
e Espesor (cm)	RT Resistencia térmica (m <sup>2</sup> ·K/W)					
r Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cp Calor específico (J/(kg·K))					
l Conductividad térmica (W/(m·K))	m Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua ( )					

Tabla 29. Materiales Empleados

## 2.3.3 Métodos de Cálculo Utilizados

### 2.3.3.1 Cerramientos

El método utilizado para el cálculo de la carga sensible de los cerramientos que componen la vivienda viene dado mediante la siguiente expresión:

- Radiación y transmisión a través de paredes y techos exteriores:

$$Q_{sr} = A \cdot K \cdot (T_{ec} - T_i)$$

Ecuación 5. Carga de Radiación y Transmisión por Paredes y Techos Exteriores

Donde:

- A: superficie del cerramiento.
- K: coeficiente global de transmisión térmica (W/m<sup>2</sup>C)
- Tec: temperatura exterior de cálculo del local colindante.
- Ti: temperatura interior del local.

Para obtener el valor de la temperatura exterior de cálculo (Tec), se parte de la temperatura exterior de diseño (Te). Esta temperatura exterior de diseño se calcula teniendo en cuenta la temperatura del mes más cálido (Tme) y la temperatura máxima del mes más cálido del lugar (Tmáx) mediante la siguiente expresión:

$$T_e = (0.4 \cdot T_{me}) + (0.6 \cdot T_{max})$$

*Ecuación 6. Temperatura Exterior de Diseño*

Mediante la web AEMET se puede obtener estas temperaturas del mes más cálido.

- Transmisión a través de paredes, techos y suelos:

$$Q_{str} = A \cdot K \cdot (T_e - T_i)$$

*Ecuación 7. Carga de Transmisión por Paredes y Techos*

Donde:

- Te: temperatura de diseño del otro lado del cerramiento.

### 2.3.3.2 Ventanas y Puertas

El método utilizado para el cálculo de la carga sensible de los huecos acristalados que componen la vivienda viene dado mediante la siguiente expresión:

- Radiación solar a través de un cristal:

$$Q_{sr} = A \cdot R \cdot F$$

*Ecuación 8. Carga de Radiación Solar a Través de un Cristal*


Donde:

- A: es la superficie acristalada expuesta a radiación (m<sup>2</sup>)
- R: es la radiación solar que atraviesa la superficie (W/m<sup>2</sup>)
- F: es el factor de corrección de la radiación en función del vidrio empleado.

El valor de F viene dado por el Documento Básico HE 1 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 2.2 Factor Solar Modificado de Huecos y Lucernarios.

### 2.3.3.3 Puentes Térmicos

El cálculo de los puentes térmicos, realizado mediante el software CYPE, viene dado por las tablas que se muestra a continuación:

Encuentro de fachada con suelo	Longitud Y (m)	Y (W/(m·K))
 <p>Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada</p>	<b>37.11</b>	<b>0.11</b>

*Tabla 30. Puentes Térmicos Encuentro de Fachada Con Suelo*



Encuentro de fachada con cubierta	Longitud (m)	Y (W/(m·K))
 <p>Cubierta plana <sup>*s</sup></p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.2450 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C Flujo de calor teórico: 36.540 W/m Flujo de calor real: 39.736 W/m</p>	<b>6.06</b>	<b>0.13</b>
 <p>Cubierta plana <sup>*</sup></p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.2452 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C Flujo de calor teórico: 36.587 W/m Flujo de calor real: 39.766 W/m</p>	<b>31.06</b>	<b>0.13</b>

Tabla 31. Puentes Térmicos Encuentro de Fachada Con Cubierta






Encuentro entre fachadas	Longitud (m)	Y (W/(m·K))
 <p>Esquina saliente</p> <p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	<b>4.16</b>	<b>0.50</b>
 <p>Esquina saliente <sup>*</sup></p> <p>Transmitancia del elemento U: 0.2532 W/(m<sup>2</sup>·K) Salto térmico: 25.00 °C Flujo de calor teórico: 12.026 W/m Flujo de calor real: 12.998 W/m</p>	<b>4.16</b>	<b>0.04</b>

Tabla 32. Puentes Térmicos Encuentro entre Fachadas

Encuentro de fachada con carpintería	Longitud (m)	Y (W/(m·K))
 <p>Alféizar</p> <p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	<b>9.90</b>	<b>0.50</b>
 <p>Dintel/Capialzado</p> <p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	<b>9.90</b>	<b>0.50</b>
 <p>Jambas</p> <p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	<b>17.00</b>	<b>0.50</b>

*Tabla 33. Cargas Térmicas Encuentro de Fachada con Carpintería*

Todos los cálculos de los puentes térmicos se realizan teniendo en cuenta los criterios marcados por la UNE EN ISO 10211.

#### 2.4.1.1 Factor de Reducción

##### 2.4.1.1.1 Recintos Calefactados

El cálculo del factor de reducción de los recintos calefactados está basado según la norma UNE-EN ISO 13789. El proceso de cálculo está distribuido de la manera siguiente:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} \cdot H_{ue}}$$

*Ecuación 9. Factor de Reducción de Recintos Calefactados*

donde:

- $H_{iu}$  coeficiente de pérdida del espacio calefactado hacia el espacio no calefactado.
- $H_{ue}$  coeficiente de pérdida del espacio no calefactado al exterior.
- $H_{iu}$ ,  $H_{ue}$  incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire.

$$H_{iu} = L_{iu} + H_{V,iu}$$

*Ecuación 10. Coeficiente de Pérdida del Espacio Calefactado hacia el No Calefactado*

$$H_{ue} = L_{ue} + H_{V,ue}$$

*Ecuación 11. Coeficiente de Pérdida del Espacio No Calefactado hacia el Exterior*

Siendo:

$$L_{iu} = L_{Diu} + L_{Siu}$$

*Ecuación 12. Coeficiente de Pérdida del Suelo Calefactado hacia el No Calefactado*

$$L_{ue} = L_{Due} + L_{Sue}$$

*Ecuación 13. Coeficiente de Pérdida del Suelo No Calefactado hacia el Exterior*

donde:

$$L_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \varphi_k$$

*Ecuación 14. Coeficiente de Pérdida por el Suelo en Régimen Estacionario*

Siendo:

- $A_i$  área del elemento 'i' del edificio ( $m^2$ )
- $U_i$  coeficiente de transmisión térmica del elemento 'i' del edificio
- $l_k$  longitud del puente térmico lineal 'k' (m)
- $\varphi_k$  coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico 'k'
- $L_D$  coeficiente de pérdida por el suelo en régimen estacionario, calculado según la norma EN ISO 13370 (W/K)

$$H_{V,iu} = \rho \cdot c \cdot V_{iu}$$

*Ecuación 15. Coeficiente de Pérdida 1*

$$H_{V,ue} = \rho \cdot c \cdot V_{ue}$$

*Ecuación 16. Coeficiente de Pérdida 2*



donde:

- $\rho$ : densidad del aire,  $\rho$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- $c$ : capacidad calorífica específica del aire ( $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ). Valor convencional para la capacidad calorífica del aire,  $\rho c$  ( $1200 \text{ J}/\text{m}^3\cdot\text{K}$ )
- $V_{ue}$  consumo de aire entre el espacio no calefactado y el exterior ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- $V_{iu}$  consumo de aire entre el espacio calefactado y el no calefactado ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

Siendo:

$$V_{iu} = 0$$

*Ecuación 17. Consumo de Aire entre el Espacio Calefactado y el No Calefactado*

$$V_{ue} = V_u \cdot n_{ue}$$

*Ecuación 18. Consumo de Aire entre el Espacio No Calefactado y el Exterior*

donde:

- $V_u$  volumen de aire en el espacio no calefactado ( $\text{m}^3$ )
- $n_{ue}$  tasa de renovación de aire convencional entre el espacio no calefactado y el exterior ( $\text{h}^{-1}$ )

**2.4.1.1.2 Recintos No Calefactados**

**Recinto: Trastero**

**Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado ( $L_{iu}$ )**

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Tabique PYL 100/600(70) LM	11.73	0.50	5.84
Tabique PYL 100/600(70) LM	5.60	0.50	2.78
	<b>TOTAL</b>		<b>8.62</b>

**Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado ( $L_{iu}$ ) (W/K)**

**8.62**

**Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior ( $L_{ue}$ )**

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Fachada ligera Placo	27.80	0.25	7.07
	<b>TOTAL</b>		<b>7.07</b>

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Forjado sanitario	15.36	0.26	3.95
	<b>TOTAL</b>		<b>3.95</b>

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo. Impermeabilización con láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	15.36	0.35	5.42
<b>TOTAL</b>			<b>5.42</b>

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Puerta de entrada a la vivienda, de madera	1.67	1.79	2.99
Ventana de doble acristalamiento guardian select "control glass acústico y solar", 4/6/4	1.08	2.65	2.86
<b>TOTAL</b>			<b>5.85</b>

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Y (W/(m·K))	Y·l (W/K)
Esquina saliente	5.17	0.04	0.19
Esquina saliente	4.16	0.50	2.08
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	11.83	0.11	1.30
Cubierta plana	11.83	0.13	1.49
<b>TOTAL</b>			<b>5.06</b>

**Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior ( $L_{ue}$ ) (W/K)**

**27.36**

**Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado ( $H_{iu}$ )**

$H_{V,iu}$	0.00
	+
$L_{iu}$	8.62
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire ( $H_{iu}$ ) (W/K)	<b>8.62</b>

**Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior ( $H_{ue}$ )**

$H_{V,ue}$ ( $V_u = 39.69 \text{ m}^3$ ; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$ )	13.23
	+
$L_{ue}$	27.36
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire ( $H_{ue}$ ) (W/K)	<b>40.58</b>

Finalmente, el factor de reducción del trastero es el siguiente:

Factor de reducción
<b>0.82</b>

## 2.4.2 Límites de la Demanda Energética

### 2.4.3 Resultados Cargas Térmicas

#### 2.4.3.1 Calefacción

En este apartado se muestran las tablas que representan los cálculos de las cargas térmicas de calefacción en cada recinto de la vivienda sometida a estudio.

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>						
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>				
Dormitorio 1 (Dormitorios)		Planta Baja				
<b>Condiciones de proyecto</b>						
<b>Internas</b>			<b>Externas</b>			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.5 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
<b>Cargas térmicas de calefacción</b>						<b>C. SENSIBLE (W)</b>
<b>Cerramientos exteriores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	
Fachada	O	4.7	0.25	61	Claro	24.41
<b>Ventanas exteriores</b>						
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>			
1	O	1.9	2.86	111.70		
<b>Cubiertas</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>		
Azotea	7.3	0.24	692	Intermedio	32.14	
<b>Forjados inferiores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Forjado sanitario	7.3	0.26	487	26.55		
<b>Cerramientos interiores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Pared interior	8.0	0.50	46	36.74		
<b>Total estructural</b>						<b>231.54</b>
<b>Cargas interiores totales</b>						
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>						5.0 % 11.58
<b>Cargas internas totales</b>						<b>243.12</b>
<b>Ventilación</b>						
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>						
36.0						218.63
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>						<b>218.63</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.3 m<sup>2</sup></b>						<b>63.3 W/m<sup>2</sup></b>
<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL :</b>						<b>461.7 W</b>

Tabla 34. Potencia Térmica de Calefacción en Dormitorio 1

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>						
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>				
Dormitorio 2 (Dormitorio)		Planta Baja				
<b>Condiciones de proyecto</b>						
<b>Internas</b>			<b>Externas</b>			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.5 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
<b>Cargas térmicas de calefacción</b>						<b>C. SENSIBLE (W)</b>
<b>Cerramientos exteriores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	
Fachada	E	4.7	0.25	61	Claro	24.41
<b>Ventanas exteriores</b>						
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>			
1	E	1.9	2.86	111.70		
<b>Cubiertas</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>		
Azotea	6.6	0.24	692	Intermedio	29.12	
<b>Forjados inferiores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Forjado sanitario	6.6	0.26	487	24.06		
<b>Cerramientos interiores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Pared interior	7.2	0.50	46	33.29		
<b>Total estructural</b>						<b>222.58</b>
<b>Cargas interiores totales</b>						
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>						5.0 % 11.13
<b>Cargas internas totales</b>						<b>233.71</b>
<b>Ventilación</b>						
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>						
						36.0
						218.63
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>						<b>218.63</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.6 m<sup>2</sup></b>						<b>68.5 W/m<sup>2</sup></b>
<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL :</b>						<b>452.3 W</b>

Tabla 35. Potencia Térmica de Calefacción en Dormitorio 2

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>						
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>				
Dormitorio 3 (Dormitorio)		Planta Baja				
<b>Condiciones de proyecto</b>						
<b>Internas</b>			<b>Externas</b>			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.5 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
<b>Cargas térmicas de calefacción</b>						<b>C. SENSIBLE (W)</b>
<b>Cerramientos exteriores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	
Fachada	S	6.7	0.25	61	Claro	31.53
Fachada	E	11.1	0.25	61	Claro	57.23
<b>Ventanas exteriores</b>						
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>		<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>		
1	S	1.9		2.86		101.55
<b>Cubiertas</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>		
Azotea	13.2	0.24	692	Intermedio		58.15
<b>Forjados inferiores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Forjado sanitario	13.2	0.26	487			48.03
<b>Total estructural</b>						<b>296.49</b>
<b>Cargas interiores totales</b>						
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>						5.0 % 14.82
<b>Cargas internas totales</b>						<b>311.31</b>
<b>Ventilación</b>						
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>						
36.0						218.63
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>						<b>218.63</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		13.2		<b>40.2</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>
m <sup>2</sup>				W/m <sup>2</sup>		529.9
				:		W

Tabla 36. Potencia Térmica de Calefacción en Dormitorio 3

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>						
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>				
Salón-Comedor (Salón / Comedor)		Planta Baja				
<b>Condiciones de proyecto</b>						
<b>Internas</b>			<b>Externas</b>			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.5 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
<b>Cargas térmicas de calefacción</b>						<b>C. SENSIBLE (W)</b>
<b>Cerramientos exteriores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	
Fachada	O	29.2	0.25	61	Claro	150.56
Fachada	S	10.9	0.25	61	Claro	51.28
Fachada	E	4.0	0.25	61	Claro	20.68
<b>Ventanas exteriores</b>						
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>			
2	O	3.8	2.86			223.40
1	E	1.1	2.65			58.20
<b>Puertas exteriores</b>						
<b>Núm. puertas</b>	<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>		
1	Opaca	S	1.7	1.79		55.33
<b>Cubiertas</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>		
Azotea	63.6	0.24	692	Intermedio		280.37
<b>Forjados inferiores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Forjado sanitario	63.6	0.26	487			231.61
<b>Total estructural</b>						<b>1071.43</b>
<b>Cargas interiores totales</b>						
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>						5.0 % 53.57
<b>Cargas internas totales</b>						<b>1125.00</b>
<b>Ventilación</b>						
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>						
171.7						1042.50
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>						<b>1042.50</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 63.6 m<sup>2</sup></b>		<b>34.1 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>2167.5 W</b>

Tabla 37. Potencia Térmica de Calefacción en Salón-Comedor



<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>					
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>			
Baño (Baño / Aseo)		Planta Baja			
<b>Condiciones de proyecto</b>					
<b>Internas</b>		<b>Externas</b>			
Temperatura interior = 21.0 °C		Temperatura exterior = 2.5 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %			
<b>Cargas térmicas de calefacción</b>				<b>C. SENSIBLE (W)</b>	
<b>Cubiertas</b>					
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	
Azotea	5.3	0.24	692	Intermedio	23.24
<b>Forjados inferiores</b>					
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>		
Forjado sanitario	5.3	0.26	458		19.20
<b>Cerramientos interiores</b>					
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>		
Pared interior	5.8	0.50	58		26.62
<b>Total estructural</b>					<b>69.06</b>
<b>Cargas interiores totales</b>					
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>				5.0 %	3.45
<b>Cargas internas totales</b>					<b>72.51</b>
<b>Ventilación</b>					
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>					
				54.0	163.97
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>					<b>163.97</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.3 m<sup>2</sup></b>					<b>44.9 W/m<sup>2</sup></b>
<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL :</b>					<b>236.5 W</b>

Tabla 38. Potencia Térmica de Calefacción en Baño

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>						
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>				
Cocina (Cocina)		Planta Baja				
<b>Condiciones de proyecto</b>						
<b>Internas</b>			<b>Externas</b>			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.5 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
<b>Cargas térmicas de calefacción</b>						<b>C. SENSIBLE (W)</b>
<b>Cerramientos exteriores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	
Fachada	E	15.0	0.25	73	Claro	77.45
<b>Ventanas exteriores</b>						
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>			
1	E	1.3	2.70	71.36		
<b>Cubiertas</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>		
Azotea	19.2	0.24	692	Intermedio	84.80	
<b>Forjados inferiores</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Forjado sanitario	19.2	0.26	458	70.04		
<b>Total estructural</b>						<b>303.66</b>
<b>Cargas interiores totales</b>						
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>						5.0 % 15.18
<b>Cargas internas totales</b>						<b>318.84</b>
<b>Ventilación</b>						
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>						
138.4						420.40
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>						<b>420.40</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>38.4</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>739.2</b>
19.2 m <sup>2</sup>		W/m <sup>2</sup> :				<b>W</b>

Tabla 39. Potencia Térmica de Calefacción en Cocina

A continuación, se adjunta unas tablas resumen de las cargas por calefacción en los distintos recintos de la vivienda.

Conjunto: Planta Baja							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 1	Planta baja	243.12	36.00	218.63	63.35	461.75	461.75
Dormitorio 2	Planta baja	233.71	36.00	218.63	68.49	452.34	452.34
Dormitorio 3	Planta baja	311.31	36.00	218.63	40.19	529.94	529.94
Salón-Comedor	Planta baja	1125.00	171.66	1042.50	34.09	2167.50	2167.50
Baño	Planta baja	72.51	54.00	163.97	44.87	236.48	236.48
Cocina	Planta baja	318.84	138.45	420.40	38.44	739.24	739.24
<b>Total</b>			<b>472.1</b>	<b>Carga total simultánea</b>	<b>4587.3</b>		

Tabla 40. Resumen Cargas Térmicas de Calefacción

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Planta Baja	35.2	4587.3

Tabla 41. Carga Térmica de Calefacción en Vivienda

### 2.4.3.2 Refrigeración

En este apartado se muestran las tablas que representan los cálculos de las cargas térmicas de refrigeración en cada recinto de la vivienda sometida a estudio.

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>							
Dormitorio 1 (Dormitorios)		Planta Baja							
<b>Condiciones de proyecto</b>									
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 29.3 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 22.7 °C					
<b>Cargas de refrigeración a las 18h (16 hora solar) del día 15 de Agosto</b>									
<b>Cerramientos exteriores</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>			
Fachada	O	4.7	0.25	61	Claro	32.3		9.94	
<b>Ventanas exteriores</b>									
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Coef. radiación solar</b>	<b>Ganancia (W/m<sup>2</sup>)</b>				
1	O	1.9	2.86	0.54	280.2			537.92	
<b>Cubiertas</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>				
Azotea	7.3	0.23	692	Intermedio	30.3			10.75	
<b>Cerramientos interiores</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Teq. (°C)</b>					
Pared interior	8.0	0.50	46	26.5				9.96	
<b>Total estructural</b>								<b>568.57</b>	
<b>Ocupantes</b>									
<b>Actividad</b>	<b>Nº personas</b>	<b>C.lat/per (W)</b>	<b>C.sen/per (W)</b>						
Sentado o en reposo	2	34.89	35.41				34.89	70.83	
<b>Iluminación</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Coef. iluminación</b>							
Incandescente	32.07	0.36						11.51	
<b>Instalaciones y otras cargas</b>									
								18.22	
<b>Cargas interiores</b>							<b>34.89</b>	<b>100.56</b>	
<b>Cargas interiores totales</b>								<b>135.45</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalación</b>							3.0 %	20.07	
<b>FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.95</b>							<b>Cargas internas totales</b>	<b>34.89</b>	<b>689.21</b>
<b>Potencia térmica interna total</b>								<b>724.10</b>	
<b>Ventilación</b>									
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>									
36.0									
<b>Cargas de ventilación</b>							<b>158.15</b>	<b>62.83</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>								<b>220.98</b>	
<b>Potencia térmica</b>							<b>193.04</b>	<b>752.04</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.3 m<sup>2</sup></b>							<b>129.7 W/m<sup>2</sup></b>	<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 945.1 W</b>	

Tabla 42. Carga Térmica de Refrigeración en Dormitorio 1

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Dormitorio 2 (Dormitorio)		Planta Baja							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 22.3 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 20.6 °C					
Cargas de refrigeración a las 10h (8 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Color	Teq. (°C)			
Fachada	E	4.7	0.25	61	Claro	23.0		-1.23	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m <sup>2</sup> )				
1	E	1.9	2.86	0.54	243.9			468.24	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Color	Teq. (°C)				
Azotea	6.6	0.23	692	Intermedio	31.3			11.25	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Teq. (°C)					
Pared interior	7.2	0.50	46	22.1				-6.90	
<b>Total estructural</b>								<b>471.36</b>	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	2	34.89	38.11				34.89	76.22	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	29.06	0.27						7.70	
Instalaciones y otras cargas									
								9.91	
<b>Cargas interiores</b>							<b>34.89</b>	<b>93.83</b>	
<b>Cargas interiores totales</b>								<b>128.72</b>	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	16.96	
<b>FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.94</b>							<b>Cargas internas totales</b>	<b>34.89</b>	<b>582.14</b>
							<b>Potencia térmica interna total</b>	<b>617.03</b>	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m <sup>3</sup> /h)									
36.0							156.42	-20.13	
<b>Cargas de ventilación</b>							<b>156.42</b>	<b>-20.13</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>							<b>136.29</b>		
<b>Potencia térmica</b>							<b>191.31</b>	<b>562.01</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.6 m<sup>2</sup></b>							<b>114.1 W/m<sup>2</sup></b>	<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 753.3 W</b>	

Tabla 43. Carga Térmica de Refrigeración en Dormitorio 2

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>									
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>							
Dormitorio 3 (Dormitorio)		Planta Baja							
<b>Condiciones de proyecto</b>									
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 24.6 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 20.8 °C					
<b>Cargas de refrigeración a las 14h (12 hora solar) del día 22 de Octubre</b>							<b>C. LATENTE (W)</b>	<b>C. SENSIBLE (W)</b>	
<b>Cerramientos exteriores</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>			
Fachada	S	6.7	0.25	61	Claro	26.3		3.97	
<b>Ventanas exteriores</b>									
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Coef. radiación solar</b>	<b>Ganancia (W/m<sup>2</sup>)</b>				
1	S	1.9	2.86	0.54	262.9			504.70	
<b>Cubiertas</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>				
Azotea	13.2	0.23	692	Intermedio	24.8			2.50	
<b>Total estructural</b>								<b>511.17</b>	
<b>Ocupantes</b>									
<b>Actividad</b>	<b>Nº personas</b>	<b>C.lat/per (W)</b>	<b>C.sen/per (W)</b>						
Sentado o en reposo	2	34.89	35.08				34.89	70.15	
<b>Iluminación</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Coef. iluminación</b>							
Incandescente	58.02	0.26						15.08	
<b>Instalaciones y otras cargas</b>									
<b>Cargas interiores</b>							<b>34.89</b>	<b>105.01</b>	
<b>Cargas interiores totales</b>								<b>139.90</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalación</b>							3.0 %	18.49	
<b>FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.95</b>							<b>Cargas internas totales</b>	<b>34.89</b>	<b>634.67</b>
<b>Potencia térmica interna total</b>								<b>669.56</b>	
<b>Ventilación</b>									
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>									
							36.0		
							134.26	6.58	
<b>Cargas de ventilación</b>							<b>134.26</b>	<b>6.58</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>								<b>140.84</b>	
<b>Potencia térmica</b>							<b>169.15</b>	<b>641.25</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 13.2 m<sup>2</sup></b>		<b>61.5 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>			<b>810.4 W</b>		

Tabla 44. Carga Térmica de Refrigeración en Dormitorio 3

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>									
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>							
Salón-Comedor (Salón / Comedor)		Planta Baja							
<b>Condiciones de proyecto</b>									
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 28.9 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 22.4 °C					
<b>Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio</b>							<b>C. LATENTE (W)</b>	<b>C. SENSIBLE (W)</b>	
<b>Cerramientos exteriores</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>			
Fachada	O	29.2	0.25	61	Claro	34.2		75.58	
Fachada	S	10.9	0.25	61	Claro	30.3		17.44	
Fachada	E	4.0	0.25	61	Claro	29.1		5.16	
<b>Ventanas exteriores</b>									
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Coef. radiación solar</b>	<b>Ganancia (W/m<sup>2</sup>)</b>				
2	O	3.8	2.86	0.54	242.8			932.27	
1	E	1.1	2.65	0.38	39.1			42.18	
<b>Puertas exteriores</b>									
<b>Núm. puertas</b>	<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Teq. (°C)</b>				
1	Opaca	S	1.7	1.79	28.9			14.52	
<b>Cubiertas</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>				
Azotea	63.6	0.23	692	Intermedio	31.2			107.08	
<b>Total estructural</b>								<b>1194.24</b>	
<b>Ocupantes</b>									
<b>Actividad</b>	<b>Nº personas</b>	<b>C.lat/per (W)</b>	<b>C.sen/per (W)</b>						
Sentado o en reposo	6	34.89	32.94				104.67	197.64	
<b>Iluminación</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Coef. iluminación</b>							
Incandescente	1271.56	0.62						785.82	
								317.89	
<b>Cargas interiores</b>							<b>104.67</b>	<b>1301.35</b>	
<b>Cargas interiores totales</b>								<b>1406.02</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalación</b>							3.0 %	74.87	
<b>FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.96</b>							<b>Cargas internas totales</b>	<b>104.67</b>	<b>2570.45</b>
							<b>Potencia térmica interna total</b>	<b>2675.12</b>	
<b>Ventilación</b>									
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>									
171.7							718.28	273.68	
<b>Cargas de ventilación</b>							<b>718.28</b>	<b>273.68</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>								<b>991.96</b>	
<b>Potencia térmica</b>							<b>822.95</b>	<b>2844.13</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 63.6 m<sup>2</sup> 57.7 W/m<sup>2</sup></b>							<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 3667.1 W</b>		

Tabla 45. Carga Térmica de Refrigeración en Salón-Comedor

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>									
<b>Recinto</b>		<b>Conjunto de recintos</b>							
Cocina (Cocina)		Planta Baja							
<b>Condiciones de proyecto</b>									
<b>Internas</b>				<b>Externas</b>					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 28.9 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 22.4 °C					
<b>Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio</b>							<b>C. LATENTE E (W)</b>	<b>C. SENSIBLE E (W)</b>	
<b>Cerramientos exteriores</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>			
Fachada	E	15.0	0.25	73	Claro	29.0		18.96	
<b>Ventanas exteriores</b>									
<b>Núm. ventanas</b>	<b>Orientación</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Coef. radiación solar</b>	<b>Ganancia (W/m<sup>2</sup>)</b>				
1	E	1.3	2.70	0.44	43.7			56.75	
<b>Cubiertas</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/(m<sup>2</sup>·K))</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Color</b>	<b>Teq. (°C)</b>				
Azotea	19.2	0.23	692	Intermedio	31.2			32.37	
<b>Total estructural</b>								<b>108.08</b>	
<b>Ocupantes</b>									
<b>Actividad</b>	<b>Nº personas</b>	<b>C.lat/per (W)</b>	<b>C.sen/per (W)</b>						
Sentado o de pie	1	72.11	73.69					72.11 73.69	
<b>Iluminación</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Coef. iluminación</b>							
Incandescente	346.12	0.62							213.90
<b>Instalaciones y otras cargas</b>							76.92	307.67	
<b>Cargas interiores</b>							<b>149.02</b>	<b>595.26</b>	
<b>Cargas interiores totales</b>								<b>744.28</b>	
<b>Cargas debidas a la propia instalación</b>							3.0 %	21.10	
<b>FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.83</b>							<b>Cargas internas totales</b>	<b>149.02</b>	<b>724.43</b>
<b>Potencia térmica interna total</b>								<b>873.46</b>	
<b>Ventilación</b>									
<b>Caudal de ventilación total (m<sup>3</sup>/h)</b>									
							138.4		
							579.32	110.37	
<b>Cargas de ventilación</b>							<b>579.32</b>	<b>110.37</b>	
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>								<b>689.69</b>	
<b>Potencia térmica</b>							<b>728.34</b>	<b>834.80</b>	
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 19.2 m<sup>2</sup></b>		<b>81.3 W/m<sup>2</sup></b>		<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>1563.1 W</b>			

Tabla 46. Carga Térmica de Refrigeración en Cocina



A continuación, se adjunta unas tablas resumen de las cargas por refrigeración en los distintos recintos de la vivienda.

Conjunto: Planta Baja													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 1	Planta baja	568.57	100.56	135.45	689.21	724.10	36.00	62.83	220.98	129.65	752.04	887.15	945.08
Dormitorio 2	Planta baja	471.36	93.83	128.72	582.14	617.03	36.00	-20.13	136.29	114.06	562.01	495.04	753.32
Dormitorio 3	Planta baja	511.17	105.01	139.90	634.67	669.56	36.00	6.58	140.84	61.46	641.25	525.72	810.40
Salón-Comedor	Planta baja	1194.24	1301.35	1406.02	2570.45	2675.12	171.66	273.68	991.96	57.68	2844.13	3667.09	3667.09
Cocina	Planta baja	108.08	595.26	744.28	724.43	873.46	138.45	110.37	689.69	81.29	834.80	1563.14	1563.14
<b>Total</b>							<b>418.1</b>	<b>Carga total simultánea</b>				<b>7138.1</b>	

*Tabla 47. Resumen Cargas Térmicas de Refrigeración*

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m <sup>2</sup> )	Potencia total (W)
Planta Baja	54.7	7138.1

*Tabla 48. Cargas Térmicas de Refrigeración en Vivienda*

## 2.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

### 2.5.1 Introducción

Para el dimensionamiento de la instalación de climatización de la vivienda sometida a estudio en el presente proyecto, se ha calculado teniendo en cuenta una instalación de climatización aire-agua.

En los sistemas de climatización aire-agua, el aire exterior se trata de forma separada para todo el edificio. El agua, ya sea fría o caliente, se distribuye hacia los elementos terminales, donde pasa el aire tratado junto con el aire de recirculación del mismo local.

Los componentes más importantes de este tipo de instalaciones son los siguientes:

- Bomba de Calor: Una, o varias, bombas aire-agua que enfrían o calientan agua según el modo de funcionamiento en el que se encuentren.
- Distribución de Agua: Dentro de este elemento, se engloban todos aquellos elementos accesorios para que el agua pueda distribuirse por toda la instalación, como son las tuberías, las válvulas, etc.
- Fancoils: Equipos que extraen el calor, o el frío, del agua, previamente calentada, o enfriada, por la bomba de calor, y posteriormente trasladado al aire.
- Elementos de Regulación: Dentro de estos elementos se encuentran algunos como las válvulas de 3 vías, termostatos o control central.

Esta instalación de climatización por aire-agua, es bastante voluminosa en comparación con otro tipo de instalaciones, como pueden ser las que solo utilizan agua como método de climatización ya que las tuberías de agua son mucho más pequeñas que las tuberías de agua. Para que la instalación se pueda realizar correctamente en la vivienda, se tiene que construir un falso techo por el que se insertará la instalación completa de climatización estando esta separada de los recintos de uso de la vivienda. Todo este proceso, tanto de cálculo como de dimensionamiento, está realizado mediante el software CYPE.

## 2.5.2 Especificaciones Técnicas de Climatización

Dentro de las especificaciones técnicas de climatización se encuentran dos tipos de cargas, las de calefacción y las de refrigeración. Además, para el correcto dimensionamiento, hay que tener en cuenta el caudal de ventilación de cada recinto. Estas especificaciones son diferentes para cada tipo de recinto de la vivienda sometida a estudio en el presente proyecto. A continuación, se muestra un resumen tanto de las cargas de calefacción como de refrigeración.

Recinto	Carga de Calefacción (W)	Caudal de Ventilación (m <sup>3</sup> /h)
Dormitorio 1	461.75	36
Dormitorio 2	452.34	36
Dormitorio 3	529.94	36
Salón-Comedor	2167.5	171.66
Baño	236.48	54
Cocina	739.24	138.45
	<b>4587.25</b>	<b>472.11</b>

*Tabla 49. Especificaciones Técnicas de Calefacción*

Recinto	Carga de Refrigeración (W)	Caudal de Ventilación (m <sup>3</sup> /h)
Dormitorio 1	887.15	36
Dormitorio 2	495.04	36
Dormitorio 3	525.72	36
Salón-Comedor	3667.09	171.66
Cocina	1563.14	138.45
	<b>7138.14</b>	<b>418.11</b>

*Tabla 50. Especificaciones Técnicas de Refrigeración*

Los valores de ventilación y de carga tanto de calefacción como de refrigeración mostrados en las tablas anteriores son necesarios a la hora de realizar el dimensionamiento de todos los elementos que constituyen la instalación de climatización.

### 2.5.3 Bomba de Calor

La bomba de calor necesaria para que pueda cubrir las necesidades de la instalación de climatización del presente proyecto ha sido introducida mediante el software CYPE. Dentro del programa, se puede seleccionar el aparato que cumpla las características demandadas. A continuación, se adjunta ficha técnica de la bomba seleccionada:

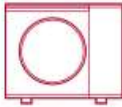
SÓLO  
CON AGUA  
CONEXIÓN  
RÁPIDA

SIN  
MANIPULAR  
REFRIGERANTE

Hasta

A<sup>+</sup>

Calefacción



#### Bomba de calor Genia Air

Genia Air	Ud.	5	8	11	15
Pack MiPro inalámbrico	Ref.	0010023078	0010023079	0010023080	0010023081
Pack MiPro cableado	Ref.	0010023074	0010023075	0010023076	0010023077
Eficiencia impulsión 35 °C		A++	A++	A+	A++
Eficiencia impulsión 55 °C		A+	A++	A+	A+
Alimentación		230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Límite de func. mín / máx (en calefacción)	°C	-15 / 28	-20 / 28	-20 / 28	-20 / 28
Límite de func. mín / máx (en refrigeración)	°C	10 / 46	10 / 46	10 / 46	10 / 46
Ida 35 °C, retorno 30 °C, temp. seca 7 °C					
Potencia de calefacción nominal / máx.	kW	4,4 / 7,2	7,7 / 9,5	10,6 / 11,3	14,6 / 16,6
COP nominal / carga parcial		4,7 / 5,1	4,6 / 4,8	4,3 / 4,5	4,5 / 4,5
Intensidad eléctrica nominal	A	4	7,72	12,04	14,8
Ida 18 °C, retorno 23 °C, temp. seca 35 °C					
Potencia de refrigeración nominal / máx.	kW	4,4 / 6,2	7,6 / 8,1	10,5 / 11,1	13,7 / 14,9
EER nominal / carga parcial		3,4 / 5	3,6 / 4,3	3,4 / 5,6	3,2 / 4,1
Intensidad eléctrica nominal	A	6,1	10,61	15,69	19,1
Ida 7 °C, retorno 12 °C, temp. seca 35 °C					
Potencia nominal de refrigeración	kW	3,60	5,50	7,90	10,80
Potencia alcanzable en régimen permanente	kW	-	-	8,30	12,00
Consumo eléctrico nominal	kW	1,30	1,90	2,82	4,50
EER nominal		2,40	2,90	2,80	2,50
EER alcanzable a carga parcial		3,50	3,00	4,20	3,00
Intensidad eléctrica nominal	A	5,90	8,60	13,38	19,60
Círculo frigorífico					
Refrigerante / carga	- / kg	R-410A / 1,8	R-410A / 1,95	R-410A / 3,53	R-410A / 4,4
Círculo hidráulico					
Presión mín./máx.	bar	1 / 3	1 / 3	1 / 3	1 / 3
Caudal de agua máx.	l/h	860	1.400	1.900	2.590
Volumen mínimo de agua	l	17	21	35	60
Presión disponible	mbar	640	450	300	370
Otras características técnicas					
Intensidad máxima absorbida	A	16	16	20	25
Temperatura máxima de ACS	°C	60	63	63	63
Máximo caudal de aire	m <sup>3</sup> /h	2.000	2.700	3.400	5.500
Presión acústica A7W35*	db(A)	44	46	51	51
Dimensiones (Alto/Ancho/Profundo)	mm	800 / 980 / 360	942 / 1103 / 415	942 / 1103 / 415	1340 / 1103 / 415
Peso neto	kg	86	102	126	165
Conexiones circuito hidráulico	Pulg.	1,25	1,25	1,25	1,25

Ilustración 31. Características Bomba de Calor

La bomba de calor seleccionada es una Genia Air 8 de la casa Saunier Duval. Para el caso de calefacción tiene una potencia nominal de 7.7 KW, mientras que para el caso de refrigeración tiene una potencia nominal de 7.6 KW.

### 2.5.4 Fancoil

A continuación, se muestran las características calculadas en el dimensionamiento del Fancoil.

Fancoils							
Modelo	$P_{ref}$ (W)	$P_{cal}$ (W)	$Q_{ref}$ (l/s)	$DP_{ref}$ (kPa)	$PP_{ref}$ (kPa)		
(A22-Planta baja)	5200.0	6150.0	0.00	11.000	5.468		
Abreviaturas utilizadas							
$P_{ref}$	Potencia frigorífica total calculada			$DP_{ref}$	Pérdida de presión (Refrigeración)		
$P_{cal}$	Potencia calorífica total calculada			$PP_{ref}$	Pérdida de presión acumulada (Refrigeración)		
$Q_{ref}$	Caudal de agua (Refrigeración)						
Fancoils							
Modelo	$DT_{ref}$ (°C)	$DT_{cal}$ (°C)	$Q_{ref}$ (m³/h)	$Q_{cal}$ (m³/h)	P (Pa)	N (dBA)	Dimensiones (mm)
(A22-Planta baja)	7.0	45.0	750.0	750.0	39.2	51.3	711x832.5x279.5
$DT_{ref} = 5\text{ °C}$							
Abreviaturas utilizadas							
$DT_{ref}$	Incremento de la temperatura del agua (Refrigeración)			$Q_{cal}$	Caudal de aire (Calefacción)		
$DT_{cal}$	Incremento de la temperatura del agua (Calefacción)			P	Presión disponible de aire		
$Q_{ref}$	Caudal de aire (Refrigeración)			N	Nivel sonoro		

Tabla 51. Dimensionamiento Fancoil

### 2.5.4.1 Elección de Fancoil para la Instalación

El Fancoil seleccionado para poder cubrir las necesidades de la instalación de climatización del presente proyecto ha sido introducida mediante el software CYPE. Dentro del programa, se puede seleccionar el aparato que cumpla las características demandadas. A continuación, se adjunta ficha técnica del fancoil seleccionado:



Conductos	Velocidad	Ud.	SD 4-020 ND	SD 4-040 ND	SD 4-060 ND	SD 4-090 ND	SD 4-110 ND	
Referencia			0010022130	0010022131	0010022132	0010022133	0010022134	
Ventilación	Máx/Med/Mín	m <sup>3</sup> /h	411/273/205	734/564/389	1.022/760/544	1.824/1.332/906	2.134/1.581/1.083	
Refrigeración <sup>1</sup>	Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	2,35/1,72/1,32	3,99/3,26/2,5	5,85/4,82/3,78	8,96/7,37/5,66	10,79/8,86/6,79
	Cap. sensible		kW	1,75	3,1	4,49	7,33	8,84
	Caudal		l/h	430	690	1050	1590	1930
	Pérdida presión		kPa	13,6	13	31,4	24,1	26,3
Calefacción <sup>2</sup>	Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	2,68/1,99/1,42	4,7/3,85/2,77	6,62/5,38/4,00	10,74/8,55/6,35	12,62/10,15/7,47
	Pérdida presión		kPa	12,6	13	31,7	28,3	29,4
Dimens. (an. x alto x prof.)			mm	741x241x522	941x241x522	1.161x241x522	1.566x241x522	1.851x241x522
Peso neto			kg	16,7	21	23,7	34,7	39,2
Tub. entrada/salida agua			Pulg.			RC 3/4		

*Ilustración 32. Características Fancoil*

El fancoil seleccionado es de conductos ya que el uso que va destinada a una vivienda. El modelo exacto es un Fancoil SD 4-090 ND de la casa Saunier Duval. Como se puede observar en la tabla anterior, tiene una capacidad de refrigeración mínima de 5,66 KW, y una capacidad de calefacción de 6.35 KW.

## 2.5.5 Sistemas de Conducción de Aire

### 2.5.5.1 Conductos

A continuación, se muestran las características calculadas en el dimensionamiento de los conductos.

Conductos									
Tramo		Q (m <sup>3</sup> /h)	w x h (mm)	V (m/s)	F (mm)	L (m)	DP <sub>1</sub> (Pa)	DP (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
A23-Planta baja	A23-Planta baja	100.1	150x100	2.0	133.2	0.52	2.95	22.68	8.22
N3-Planta baja	A23-Planta baja	100.1	150x100	2.0	133.2	2.90		19.00	
N3-Planta baja	A10-Planta baja	74.8	100x100	2.2	109.3	3.42		25.68	
N3-Planta baja	N6-Planta baja	575.1	200x200	4.3	218.6	2.79		14.98	
A10-Planta baja	A10-Planta baja	74.8	100x100	2.2	109.3	0.52	1.65	28.20	2.70
A24-Planta baja	A24-Planta baja	111.1	150x100	2.2	133.2	0.52	3.63	24.72	6.18
N6-Planta baja	A24-Planta baja	111.1	150x100	2.2	133.2	1.29		20.18	
N6-Planta baja	N2-Planta baja	337.8	150x150	4.4	164.0	3.83		21.70	
N6-Planta baja	A26-Planta baja	126.2	150x150	1.7	164.0	1.18		17.77	
A25-Planta baja	A25-Planta baja	85.4	150x100	1.7	133.2	0.52	2.14	28.37	2.53
A22-Planta baja	N3-Planta baja	750.0	200x200	5.5	218.6	1.88		12.65	
A26-Planta baja	A26-Planta baja	126.2	150x150	1.7	164.0	0.52	4.68	22.89	8.01
N2-Planta baja	N5-Planta baja	211.6	150x150	2.8	164.0	3.83		23.94	
N2-Planta baja	A27-Planta baja	126.2	150x150	1.7	164.0	1.18		25.78	
A27-Planta baja	A27-Planta baja	126.2	150x150	1.7	164.0	0.52	4.68	30.90	
N5-Planta baja	A25-Planta baja	85.4	150x100	1.7	133.2	1.25		25.68	
N5-Planta baja	A28-Planta baja	126.2	150x150	1.7	164.0	1.18		25.36	
A28-Planta baja	A28-Planta baja	126.2	150x150	1.7	164.0	0.52	4.68	30.48	0.42
Abreviaturas utilizadas									
Q	Caudal			L	Longitud				
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			DP <sub>1</sub>	Pérdida de presión				
V	Velocidad			DP	Pérdida de presión acumulada				
F	Diámetro equivalente.			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				

Tabla 52. Dimensionamiento Conductos

### 2.5.5.2 Rejillas

A continuación, se muestran las características calculadas en el dimensionamiento de las rejillas, tanto de retorno como de impulsión.

Difusores y rejillas										
Tipo	F (mm)	w x h (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	A (cm <sup>2</sup> )	X (m)	P (dBA)	DP <sub>1</sub> (Pa)	DP (Pa)	D (Pa)	
A23-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	100.1	140.00	3.0	< 20 dB	2.95	22.68	8.22	
A10-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	74.8	140.00	2.2	< 20 dB	1.65	28.20	2.70	
A24-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	111.1	140.00	3.3	< 20 dB	3.63	24.72	6.18	
A25-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	85.4	140.00	2.5	< 20 dB	2.14	28.37	2.53	
A26-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	126.2	140.00	3.8	< 20 dB	4.68	22.89	8.01	
A27-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	126.2	140.00	3.8	< 20 dB	4.68	30.90	0.00	
A28-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	126.2	140.00	3.8	< 20 dB	4.68	30.48	0.42	
A29-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		225x125	100.1	110.00		< 20 dB	2.15	2.15	0.00	
A30-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		225x125	74.8	110.00		< 20 dB	1.20	1.20	0.00	
A31-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		225x125	85.4	110.00		< 20 dB	1.56	1.56	0.00	
A32-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		225x125	126.2	110.00		< 20 dB	3.42	3.42	0.00	
A33-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		225x125	126.2	110.00		< 20 dB	3.42	3.42	0.00	
A34-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		225x125	126.2	110.00		< 20 dB	3.42	3.42	0.00	
Abreviaturas utilizadas										
F	Diámetro			P	Potencia sonora					
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			DP <sub>1</sub>	Pérdida de presión					
Q	Caudal			DP	Pérdida de presión acumulada					
A	Área efectiva			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable					
X	Alcance									

Tabla 53. Dimensionamiento Difusores y Rejillas

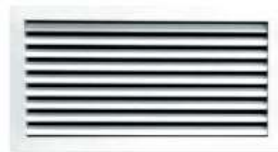


### 2.5.5.2.1 Elección de Rejillas para la Instalación

#### 2.5.5.2.1.1 Retorno

El cálculo de las rejillas de retorno de la presente instalación de climatización se ha realizado teniendo en cuenta un retorno por plenum. Según la ITE 02 Diseño del RITE, concretamente la ITE 02.9.2 Plenums, un espacio situado entre el forjado y un falso techo puede ser utilizado como plenum de retorno siempre que se cumplan con las prescripciones establecidas para conductos y se garantice su accesibilidad para efectuar un mantenimiento periódico. Al realizarse el retorno de esta manera no es necesario la instalación de conductos de retorno, por lo que la instalación consta de menos dispositivos de conducción de aire.

A continuación, se muestra la rejilla de retorno por plenum seleccionada:



Tamaño	Q (m³/h)	L <sub>max</sub> [dB(A)]	ΔP <sub>f</sub> (Pa)	V <sub>e</sub> (m/s)
200 x 100	70	24	6	2,4
	90	32	12	3,4
	120	40	22	4,6
250 x 100	80	24	6	2,4
	110	32	11	3,2
	150	40	20	4,3
300 x 100	100	24	5	2,2
	130	32	10	3,0
	180	40	19	4,1
400 x 100	130	24	5	2,1
	170	32	9	2,9
	230	40	17	3,9
600 x 100	190	24	4	2,0
	250	32	8	2,7
	340	40	14	3,7
400 x 200	230	24	4	1,8
	310	32	7	2,5
	420	40	13	3,4
450 x 200	280	24	4	1,9
	380	32	7	2,6
	520	40	12	3,6
500 x 200	350	24	3	2,1
	470	32	6	2,8
	640	40	11	3,8
600 x 200	400	24	3	2,0
	550	32	6	2,7
	750	40	11	3,7
800 x 200	520	24	3	2,0
	700	32	5	2,7
	950	40	10	3,7

Tamaño	Q (m³/h)	L <sub>max</sub> [dB(A)]	ΔP <sub>f</sub> (Pa)	V <sub>e</sub> (m/s)
1000 x 200	620	24	3	1,9
	840	32	5	2,5
	1140	40	9	3,5
300 x 300	330	24	3	2,2
	450	32	6	3,0
	660	40	13	4,4
800 x 300	780	24	2	1,8
	1060	32	4	2,5
	1440	40	8	3,4
1000 x 300	940	24	2	1,8
	1270	32	4	2,4
	1740	40	8	3,3
1200 x 300	1180	24	2	1,9
	1600	32	4	2,5
	2180	40	7	3,4

**SIMBOLOGÍA**

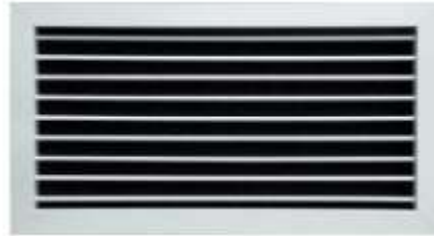
Q (m³/h): Caudal de aire.  
L<sub>max</sub> [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.  
ΔP<sub>f</sub> (Pa): Pérdida de carga.  
V<sub>e</sub> (m/s): Velocidad efectiva.

Ilustración 33. Características Rejillas de Retorno

Las rejillas de retorno seleccionadas son marca KOOLAIR, modelo 20-45-H con aletas horizontales fijas a 45° y una fijación con plenum de conexión lateral (-PE21) de chapa de acero galvanizado.

### 2.5.5.2.1.2 Impulsión

A continuación, se muestra la rejilla de impulsión seleccionada:



Tamaño	Q (m³/h)	L <sub>wa</sub> [dB(A)]	ΔP <sub>t</sub> (Pa)	X (m)	V <sub>e</sub> (m/s)
200 x 100	170	24	7	2,5	3,9
	245	32	15	3,6	5,6
	350	40	31	5,2	7,9
300 x 100 200 x 150	240	24	7	2,9	3,6
	340	32	13	4,1	5,1
	500	40	29	6,1	7,6
300 x 150	330	24	6	3,3	3,3
	470	32	11	4,7	4,7
	670	40	23	6,7	6,8
600 x 100 400 x 150 300 x 200	420	24	5	3,6	3,2
	600	32	10	5,2	4,5
	870	40	22	7,5	6,6
500 x 150	500	24	5	3,8	3,0
	710	32	9	5,5	4,3
	1030	40	19	7,9	6,2
600 x 150 300 x 300	580	24	4	4,1	2,9
	840	32	9	5,9	4,2
	1215	40	19	8,5	6,1
600 x 200 500 x 250 400 x 300	770	24	4	4,5	2,7
	1110	32	8	6,5	4,0
	1600	40	16	9,4	5,7
1000 x 150 600 x 250 500 x 300	900	25	4	4,9	2,7
	1250	32	7	6,8	3,8
	1830	40	15	9,9	5,5
1100 x 200	1260	24	3	5,5	2,4
	1810	32	6	7,9	3,5
	2610	40	13	11,4	5,1
1200 x 250 1000 x 300	1615	24	3	6,0	2,3
	2325	32	5	8,7	3,3
	3360	40	11	12,5	4,8

#### SIMBOLOGÍA

Q (m³/h): Caudal de aire.

L<sub>wa</sub> [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.

ΔP<sub>t</sub> (Pa): Pérdida de carga.

X (m): Alcance horizontal para una velocidad máxima en zona ocupada de 0,25 m/s, salto térmico ΔT = -10° C y una altura de instalación de 2,7 m, con efecto techo.

V<sub>e</sub> (m/s): Velocidad efectiva.

*Ilustración 34. Características Rejillas de Impulsión*

Las rejillas de impulsión seleccionadas son rejillas de simple deflexión de la marca KOOLAIR, modelo 20-SH, con aletas horizontales orientables individualmente mediante un acabado en aluminio anodizado.

## 2.5.6 Sistemas de Conducción de Agua

### 2.5.6.1 Tuberías

#### 2.5.6.1.1 Calefacción

A continuación, se muestran las características calculadas en el dimensionamiento de las tuberías destinadas a la calefacción.

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			F	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	DP <sub>1</sub> (kPa)	DP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A21-Planta baja	A21-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.21	0.4	0.20	0.017	0.02
A21-Planta baja	A22-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.21	0.4	6.58	0.572	0.59
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.21	0.4	2.61	0.227	11.82
A21-Planta baja	A21-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.21	0.4	0.10	0.009	0.01
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.21	0.4	2.52	0.224	0.82
A22-Planta baja	A21-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.21	0.4	6.58	0.585	0.59
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								
Abreviaturas utilizadas								
F	Diámetro nominal		L	Longitud				
Q	Caudal		DP <sub>1</sub>	Pérdida de presión				
V	Velocidad		DP	Pérdida de presión acumulada				

Tabla 54. Dimensionamiento Tuberías de Calefacción

### 2.5.6.1.2 Refrigeración

A continuación, se muestran las características calculadas en el dimensionamiento de las tuberías destinadas a la refrigeración.

Tuberías (Refrigeración)								
Tramo			F	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	DP <sub>1</sub> (kPa)	DP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A21-Planta baja	A21-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.37	0.7	0.20	0.060	0.06
A21-Planta baja	A22-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.37	0.7	6.58	1.973	2.03
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.37	0.7	2.61	0.783	13.82
A21-Planta baja	A21-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.37	0.7	0.10	0.029	0.03
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.37	0.7	2.52	0.727	2.65
A22-Planta baja	A21-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.37	0.7	6.58	1.896	1.92
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								
Abreviaturas utilizadas								
F	Diámetro nominal			L	Longitud			
Q	Caudal			DP <sub>1</sub>	Pérdida de presión			
V	Velocidad			DP	Pérdida de presión acumulada			

Tabla 55. Dimensionamiento Tuberías de Refrigeración

## 2.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 2.6.1 Datos de Partida

#### 2.6.1.1 Descripción del Edificio

Edificio situado en Benicasim, zona climática IV según el apartado 4.2, Zonas climáticas, de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE (radiación solar global media diaria anual de 17.15 MJ/m<sup>2</sup>).

Las coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud	40° 3' 36" N
Longitud	0° 3' 36" E

*Tabla 56. Coordenadas Geográficas de Benicasim*

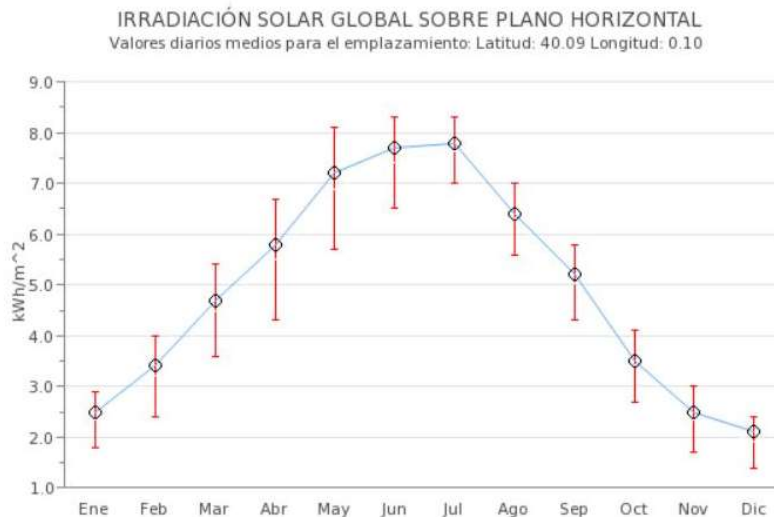
#### 2.6.1.2 Condiciones Climáticas

A continuación, se adjunta una tabla con los datos de temperatura, tanto ambiente diario como de red, así como la radiación global mensual en la ciudad de Benicasim:

Mes	Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	8.75	10	10
Febrero	12.02	11	11
Marzo	16.31	13	12
Abril	21.17	14	13
Mayo	23.47	17	15
Junio	26.06	21	18
Julio	26.93	24	19
Agosto	22.97	25	20
Septiembre	18.11	22	18
Octubre	13.07	18	16
Noviembre	9.18	14	12
Diciembre	7.49	11	11

*Tabla 57. Condiciones Climáticas de Benicasim*

Los valores de radiación han sido obtenidos mediante la web ADRASE (Acceso a Datos de Radiación Solar de España). A continuación, se muestra una ilustración de los datos obtenidos:



(kWh/m <sup>2</sup> )	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Percentil 75</b>	2.9	4.0	5.4	6.7	8.1	8.3	8.3	7.0	5.8	4.1	3.0	2.4
<b>Valor medio</b>	2.5	3.4	4.7	5.8	7.2	7.7	7.8	6.4	5.2	3.5	2.5	2.1
<b>Percentil 25</b>	1.8	2.4	3.6	4.3	5.7	6.5	7.0	5.6	4.3	2.7	1.7	1.4

*Ilustración 35. Radiación Global Mensual en Benicasim*

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 4.2 Zonas Climáticas, la radiación solar global media diaria anual tiene que cumplir los siguientes criterios:

Zona Climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

*Tabla 58. Radiación Global Media Anual*

El valor medio de radiación solar global media diaria anual calculado según la *Tabla 57. Condiciones Climáticas de Benicasim* es de 17,13 MJ/m<sup>2</sup>. Como se puede observar este valor cumple con la normativa.

### 2.6.1.3 Condiciones de Uso

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 4.1 Cálculo de la demanda, se obtiene un valor medio de 28.0 l por persona y día, con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, se asume un coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Número de dormitorios	3
Ocupación (N.º personas)	4
Consumo de referencia litros/día	112

*Tabla 59. Condiciones de Uso*

A partir de los datos anteriores se puede calcular la demanda energética para cada mes. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Mes	Ocupación (%)	Consumo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	3.5	10	50	713.16
Febrero	100	3.1	11	49	631.24
Marzo	100	3.5	12	48	684.58
Abril	100	3.4	13	47	649.35
Mayo	100	3.5	15	45	642.41
Junio	100	3.4	18	42	580.20
Julio	0	0.0	19	41	0.00
Agosto	0	0.0	20	40	0.00
Septiembre	100	3.4	18	42	580.20
Octubre	100	3.5	16	44	627.41
Noviembre	100	3.4	12	48	662.50
Diciembre	100	3.5	11	49	698.87

*Tabla 60. Demanda Energética Mensual*

Los valores de la tabla anterior se calculan de la manera siguiente:

- Ocupación: Estimación del porcentaje mensual de ocupación, siendo el 100% las 4 personas.
- Consumo: Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\%Ocup}{100} \cdot Nmes(días) \cdot Qacs$$

*Ecuación 19. Consumo*

Siendo:

- Demanda Térmica (Qacs): Demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Qacs = p \cdot C \cdot Cp \cdot \Delta T$$

*Ecuación 20. Demanda Térmica*

Donde:

- Qacs: Demanda de agua caliente (MJ)
- p: Densidad volumétrica (Kg/m<sup>3</sup>)
- C: Consumo (m<sup>3</sup>)
- Cp: Calor específico del agua (MJ/Kg·°C)
- ΔT: Salto térmico (°C)

## 2.6.2 Cálculo de las Necesidades de ACS

Para el cálculo de las necesidades de ACS de la instalación del presente proyecto, se realiza un estudio en base al Documento Básico HE 4 Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.



### 2.6.2.1 Cálculo de la Demanda

Según el apartado 4.2 del DB HE4, los valores de las demandas se toman teniendo en cuenta una temperatura de referencia de 60 °C.

Criterio de la Demanda	Litros/Día*Unidad	Unidad
Vivienda	28	Por Persona
Hospitales y Clínicas	55	Por Persona
Ambulatorio y Centro de Salud	41	Por Persona
Hotel *****	69	Por Persona
Hotel ****	55	Por Persona
Hotel ***	41	Por Persona
Hotel/Hostal **	34	Por Persona
Camping	21	Por Persona
Hotel/Pensión *	28	Por Persona
Residencia	41	Por Persona
Centro Penitenciario	28	Por Persona
Albergue	24	Por Persona
Vestuarios/Duchas Colectivas	21	Por Persona
Escuela sin Ducha	4	Por Persona
Escuela con Ducha	21	Por Persona
Cuarteles	28	Por Persona
Fábricas y Talleres	21	Por Persona
Oficinas	2	Por Persona
Gimnasios	21	Por Persona
Restaurantes	8	Por Persona
Cafeterías	1	Por Persona

*Tabla 61. Demanda según Local*

Como se puede observar en la anterior tabla, para el caso del presente proyecto, la demanda es de **28 l/día·unidad**.

A su vez, el apartado 4.2 del DB HE4, indica el número de personas en función del número de dormitorios de la vivienda.

Número de Dormitorios	1	2	3	4	5	6	>6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

*Tabla 62. N.º Personas según N.º de Dormitorios*

La vivienda en cuestión tiene 3 dormitorios, por lo que el número de personas a considerar para el cálculo es de 4 personas. Teniendo esto en cuenta, la demanda diaria que se tendrá en la vivienda es de **112 l/día**.

Una vez tenemos la demanda diaria de ACS, se calcula la demanda energética. Esta demanda se calcula en función de distintos parámetros fundamentales como son la temperatura considerada de referencia (60 °C) y la temperatura de la red de agua. Esta última temperatura es variable según las distintas épocas del año por lo que la demanda energética no será la misma en los distintos meses del año.

Para el cálculo de la demanda energética se utiliza la siguiente expresión:

$$Dacs = D(T) \cdot p \cdot Cp \cdot (Tuso - Taf)$$

*Ecuación 21. Demanda Energética*

Siendo:

- *Dacs*: es la demanda de energía térmica para ACS (KW/día).
- *D(T)*: es la demanda diaria de ACS (l/día).
- *p*: es la densidad del agua (Kg/l), siendo este 1.
- *Cp*: es el calor específico del agua en (KWh/Kg °C), siendo este 0,00116.
- *Tuso*: es la temperatura de uso (°C), siendo esta 60 °C.
- *Taf*: es la temperatura de red (°C), siendo esta cambiante a lo largo de los meses del año.

En la siguiente tabla se puede observar la temperatura de red, o de agua fría, en función de los meses del año.

Mes	Temperatura de red (°C)
Enero	10
Febrero	11
Marzo	12
Abril	13
Mayo	15
Junio	18
Julio	19
Agosto	20
Septiembre	18
Octubre	16
Noviembre	12
Diciembre	11

*Tabla 63. Temperatura de Red en Benicasim*

Con todos los datos calculados, en la siguiente tabla se muestra la demanda de energía térmica de ACS en función de todos los meses del año.

Mes	Demanda Diaria (l/día)	T <sup>a</sup> uso (°C)	T <sup>a</sup> de red (°C)	Días	Demanda Energética de ACS (KWh)
Enero	112	60	10	31	201.376
Febrero	112	60	11	28	178.25024
Marzo	112	60	12	31	193.32096
Abril	112	60	13	30	183.1872
Mayo	112	60	15	31	181.2384
Junio	112	60	18	30	163.6992
Julio	0	60	19	31	0
Agosto	0	60	20	31	0
Septiembre	112	60	18	30	163.6992
Octubre	112	60	16	31	177.21088
Noviembre	112	60	12	30	187.0848
Diciembre	112	60	11	31	197.34848
					<b>1826.42</b>

*Tabla 64. Demanda Energética de ACS Anual*

Como se puede observar en la tabla anterior, la demanda energética anual es de 1826,42 kWh/año.

### 2.6.2.2 Contribución Solar Mínima para ACS

Para conocer cuál es la contribución solar mínima para ACS en una instalación solar térmica, como es el caso de la vivienda del presente proyecto, hay que basarse en el DB HE4, concretamente en el apartado 2.2.1 Contribución Solar Mínima para ACS y/o Piscinas Cubiertas. En la siguiente tabla se establece, en función de la zona climática y el nivel de demanda de ACS diario a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para poder cubrir las necesidades de ACS.

Demanda Total de ACS del Edificio (l/día)	Zona Climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 5.000	30	30	40	50	60
5.000 - 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

*Tabla 65. Contribución Solar Mínima Exigida*

La vivienda situada en Benicasim situada en la zona climática IV según el apartado 4.2 Zonas climáticas de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE, teniendo una demanda de ACS de 112 l/día, la contribución solar mínima para ACS es del **50%**.

## 2.6.3 Cálculo y Dimensionado

### 2.6.3.1 Diseño del Sistema de Captación

#### 2.6.3.1.1 Dimensionamiento de la Superficie de Captación

El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas f (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual superior al 50%.

El valor resultante para la superficie de captación es de **2.02 m<sup>2</sup>**, y para el volumen de captación de 200 l.

Mediante el software de cálculo CYPE, los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Mes	Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	8.75	10	713.16	350.42	51
Febrero	12.02	11	631.24	217.41	66
Marzo	16.31	13	684.58	143.12	79
Abril	21.17	14	649.35	64.88	90
Mayo	23.47	17	642.41	45.88	93
Junio	26.06	21	580.20	0.00	100
Julio	26.93	24	0.00	0.00	0
Agosto	22.97	25	0.00	0.00	0
Septiembre	18.11	22	580.20	28.67	95
Octubre	13.07	18	627.41	123.81	80
Noviembre	9.18	14	662.50	267.67	60
Diciembre	7.49	11	698.87	373.94	46

*Tabla 66. Fracción Solar Mensual Cubierta*

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 2.2.2 Protección contra Sobrecalentamientos, el dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación supera el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tendrán en cuenta aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se situó por debajo del 50% de la media correspondiente al resto del año.

Como se puede observar en la *Tabla 66. Fracción Solar Mensual Cubierta*, la energía producida no supera en ningún mes el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos. Además, como se observa en la *Tabla 65. Contribución Solar Mínima Exigida*, la contribución solar mínima es sobradamente producida.

Con los datos obtenidos, la cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 75%.

#### 2.6.3.1.2 Disposición del Captador

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 2.2.3 Pérdidas por Orientación, Inclinación y Sombras, se considerará como orientación óptima el sur y como inclinación óptima, para una demanda constante anual, la latitud geográfica, siendo 40° 3' 36" N en el caso de la vivienda sometida a estudio.

Con todo esto, la disposición de los captadores quedaría de la siguiente manera:

Orientación	S (177°)
Inclinación	40°

*Tabla 67. Disposición del Captador Solar*

##### 2.6.3.1.2.1 Cálculo de Pérdidas

En cuanto a las pérdidas, estas se expresan como el porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras. Hay una serie de valores límite que se tienen que cumplir y vienen determinados por la siguiente tabla:

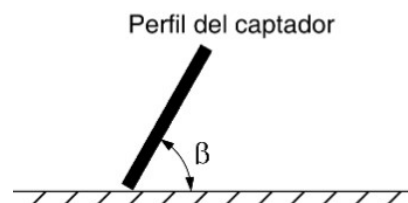
Caso	Orientación e Inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición de Captadores	20%	15%	30%
Integración Arquitectónica de los Captadores	40%	20%	50%

*Tabla 68. Límite de Pérdidas Exigidas por los Captadores*

#### 2.6.3.1.2.1.1 Pérdidas por Orientación e Inclinación

Según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, las pérdidas por orientación e inclinación se calculan en función de los siguientes parámetros:

- Ángulo de Inclinación ( $\beta$ ): Ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal.



*Ilustración 36. Ángulo de Inclinación del Captador*

- Ángulo de Azimut ( $\alpha$ ): Ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar. Para captadores orientados al sur el valor típico es de  $0^\circ$ .

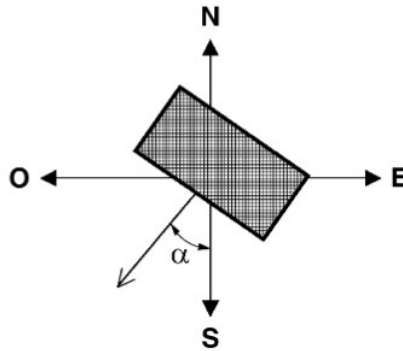


Ilustración 37. Ángulo de Azimut del Captador

En el caso que se está estudiando, el azimut es de  $7^\circ$  y la inclinación es de  $40^\circ$

Una vez seleccionados tanto el ángulo de inclinación como el ángulo de azimut del captador, se calculan los límites de inclinación aceptables según el límite de pérdidas de la *Tabla 68. Límite de Pérdidas Exigidas por los Captadores*. Los valores del rendimiento del captador solar vienen definidos en la siguiente ilustración:

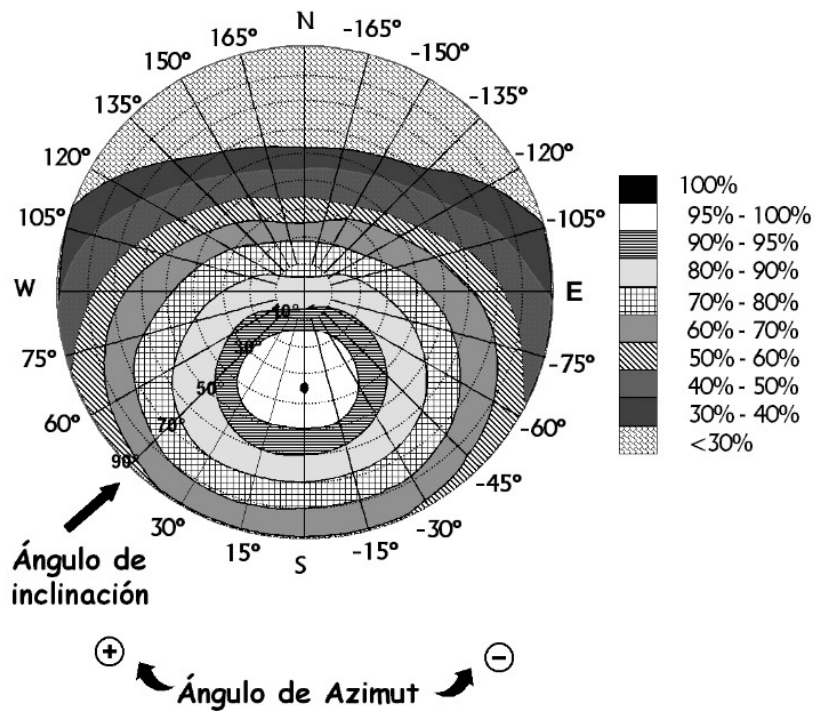


Ilustración 38. Rendimientos del Captador



Como se observa en la anterior ilustración, teniendo una inclinación de 40° y un azimut de 7°, la intersección de ambos valores queda dentro de la zona blanca, siendo esta la zona de rendimiento de 95%-100%. Por lo tanto, al ser las pérdidas menores que el 10% se cumple con la normativa tanto para el caso general, para el caso de superposición de captadores como para el caso de integración arquitectónica de los captadores.

#### *2.6.3.1.2.1.2 Pérdidas por Sombras*

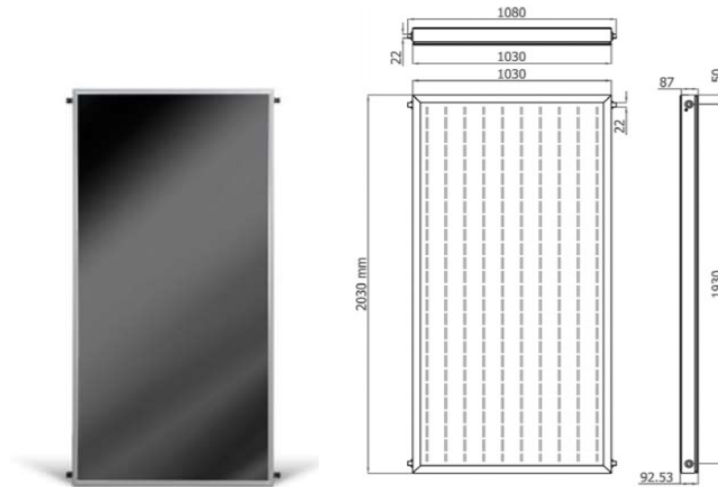
Según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, el cálculo de pérdidas por sombras consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias aparentes del Sol. Debido a que en el caso de la vivienda del presente proyecto no se ve afectada por ningún obstáculo que pueda ofrecer algún tipo de sombra, este apartado no se considera.

#### *2.6.3.1.2.2 Elección del Captador*

El captador solar seleccionado para la instalación del presente proyecto es de la casa SPF distribuida por Ibersolar. Se trata de un captador plano vertical OP-V210 que posee un absorbedor de aluminio con recubrimiento de pintura negra con tubos verticales de cobre en disposición de parrilla, unidos al absorbedor con soldadura láser. La información técnica del producto es la siguiente:

- Material del absorbedor: láminas de aluminio y tubo de cobre.
- Tratamiento de la superficie del absorbedor: pintura negra.
- Material de sellado: EPDM y silicona.
- Material de la carcasa (marco y cubierta trasera): aluminio.
- Material de aislamiento: lana de roca de 50 kg/m<sup>3</sup>, con espesor de 40mm.
- Disipador de calor incorporado en la parte superior del panel solar, con una potencia de 8 kW.

En la siguiente ilustración se muestra la ficha técnica del captador:

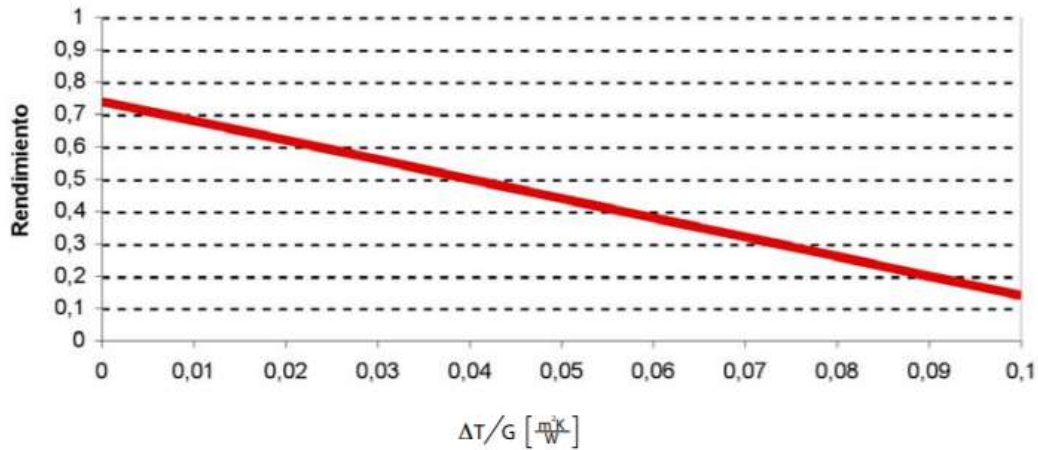


REFERENCIA		01010120/100406
Modelo		OP-V210
Captador	Unidades	Valores
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundo)	mm	1030 x 2030 x 92.5
Área bruta	m <sup>2</sup>	2.09
Área de apertura	m <sup>2</sup>	1.92
Número de cubiertas		1
Espesor de la cubierta	mm	4
Material de la cubierta		Vidrio templado de bajo contenido en hierro
Tubos verticales		10 tubos de cobre
Diámetro de los tubos verticales	mm	8
Separación entre tubos	mm	85
Tubos horizontales		2 tubos de cobre
Diámetro de los tubos horizontales	mm	22
Construcción tipo		Parrilla
Peso en vacío	kg	42.80
Peso en funcionamiento	kg	45.00
Material de la carcasa		Aluminio lacado gris
<b>Absorbedor</b>		
Tratamiento del absorbedor		Pintura Negra
Rendimiento óptico	%	74.1
Coefficiente de pérdidas k <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	6.14
Aislamiento		Lana de Roca
Espesor aislamiento lateral y posterior	mm	20 / 40
<b>Hidráulica</b>		
Volumen fluido caloportador	litros	1.43
Fluido Caloportador		Propilenglicol
Presión de trabajo	bar	10
Presión de prueba	bar	15
Caudal recomendado	l/hm <sup>2</sup>	50
Conexiones de tubo liso	mm	22
Temperatura de estancamiento *	°C	121 °C + T <sup>a</sup> ambiente

\* Radiación a 1000 W/m<sup>2</sup>

Ilustración 39. Características Captador Solar

$$\eta = \eta_0 - K_1 \cdot \frac{\Delta T}{G}$$



*Ilustración 40. rendimiento Captador Solar*

Para saber el número exacto de captadores solares necesarios, se debe tener en cuenta la superficie de captación calculada para conseguir una fracción solar anual superior al 50%. En el presente caso, la superficie de captación es de 2,02 m<sup>2</sup>. Por otro lado, se debe tener en cuenta el área del captador. En este caso el área del captador es de 2,09 m<sup>2</sup>. Con estos dos datos se obtiene el valor del número de captadores necesarios, que vienen definidos por la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} = \frac{\text{Superficie de Captación}}{\text{Área del Captador}}$$

*Ecuación 22. N.º de Captadores*

Aplicando la ecuación anterior, el número de colectores es de 1.

#### 2.6.3.1.2.3 Estructura del Captador Solar

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 3.3.2.3 Estructura Soporte, la conexión de los captadores tiene que cumplir con los siguientes requisitos:

- Se aplicará a la estructura soporte las exigencias del CTE en cuanto a seguridad.
- El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación del captador permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad del captador o al circuito hidráulico.
- Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.
- Los topes de sujeción del captador y la propia estructura no arrojarán sombra sobre el captador.
- En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre los captadores se ajustará a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del CTE y demás normativa de aplicación.

La estructura seleccionada es la propia del captador solar seleccionado. Sus características vienen definidas en la siguiente ilustración:

REFERENCIAS DE ESTRUCTURAS PARA CAPTADOR PLANO VERTICAL OP-V210		
Inclinación	1 Captador	2 Captadores
0°	01080110/100373	01080110/100375
45°	01080210/100374	01080210/100376
Racor de Unió	01090600/101241	
Tapón	01090600/100024	

*Ilustración 41. Características Soporte del Captador*

### 2.6.3.1.3 Dimensionamiento del Depósito de Acumulación

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación (con una superficie total de captación de 2 m<sup>2</sup>) y con un intercambiador, incluido en el acumulador de la vivienda. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 2.2.5 Sistemas de Acumulación Solar y Conexión de Sistema de Generación Auxiliar, el volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con:

$$50 < (V/A) < 180$$

*Ecuación 23. Volumen de Acumulación*

donde:

- A: Suma de las áreas de los captadores.
- V: Volumen de acumulación expresado en litros.

A continuación, se muestra una tabla resumen de los parámetros del depósito de acumulación:

Unidad de ocupación	Caudal l/h:	Pérdida de carga Pa:	Sup. intercambio m <sup>2</sup> :	Diámetro mm:	Altura (mm)	Vol. acumulación (l)
	648	800.0	1.10	604	1240	200
Total			1.10			200

*Tabla 69. Dimensionamiento Depósito de Acumulación*

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1.

#### 2.6.3.1.3.1 Elección Depósito de Acumulación

Para el depósito de acumulación se ha optado por un interacumulador con serpentín interno, es decir, que el intercambiador de calor se encuentra dentro del propio acumulador produciéndose así el intercambio de calor entre el circuito primario y el secundario dentro del depósito de acumulación.

Para este caso se ha seleccionado un acumulador de la casa Ibersolar. La información técnica del producto es la siguiente:

- Material: chapa de acero ST 37,2.
- Soldadura: Soldadura automática en cámara de gas protegida.
- Capa protectora: esmaltado de calidad y ánodo de protección.
- Presión máxima de trabajo: 6 bar.
- Presión máxima de prueba: 15 bar.
- Temperatura máxima de trabajo: 95°C.
- Serpentín: tubo de acero ST 37,2.
- Aislamiento: espuma de poliuretano de alta eficiencia de 30mm de espesor libre de CFC.
- Revestimiento externo lacado en blanco.

En las siguientes ilustraciones se muestran las características del acumulador seleccionado:

REFERENCIA		01040211/100886	01040211/100882	01040211/100883	01040211/100884	01040211/100885
Volumen	litros	80	100	120	150	200
Temperatura máxima de operación	°C	95	95	95	95	95
Presión máxima de operación	bar	6	6	6	6	6
Diámetro exterior	mm	520	520	520	520	520
Altura total	mm	640	770	900	1040	1310
Espesor aislante	mm	30	30	30	30	30
Peso	kg	55	61	70	80	88
Superficie intercambiador	m <sup>2</sup>	0,53	0,8	0,8	1,06	1,06

*Ilustración 42. Características Técnicas del Depósito de Acumulación*

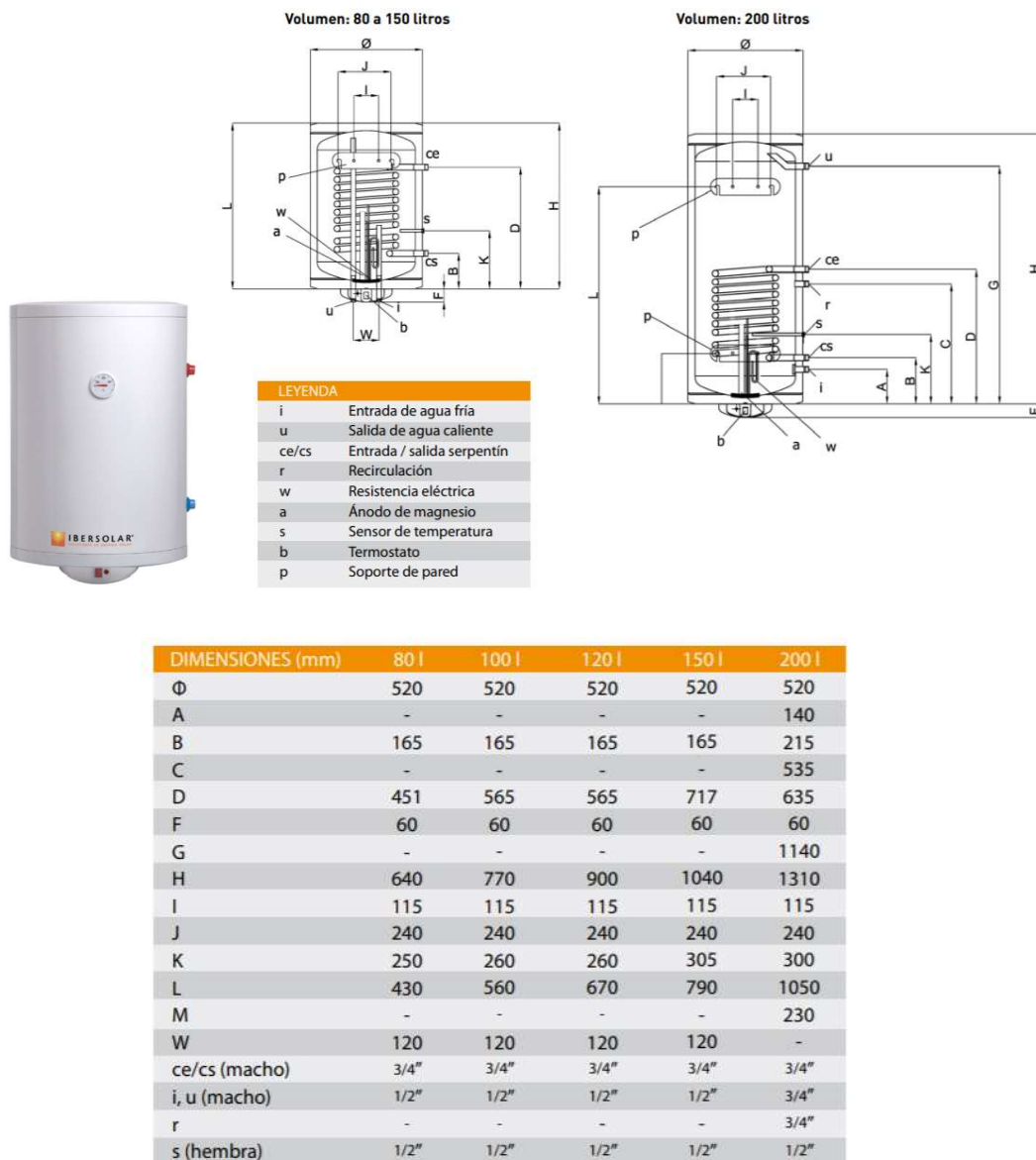


Ilustración 43. Características Constructivas del Depósito de Acumulación

Debido a la demanda de ACS calculada (112 l/día) y a las características de la instalación sometida a estudio, se selecciona un acumulador de **200 l**. Así, se cumple con el CTE y se abastece la instalación sin ningún problema.

### 2.6.3.2 Diseño del Circuito Hidráulico

#### 2.6.3.2.1 Cálculo del Diámetro de las Tuberías

En el punto VII.6 Tuberías del anexo VII del pliego de condiciones técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, se cita que el diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discorra por locales habitados. Tanto para el circuito primario de la instalación, como para el secundario, se utilizarán tuberías de cobre. El dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 40.00 mmca/m.

El caudal recomendado para la circulación por el interior de los captadores solares es de 50 l/h·m<sup>2</sup>. Al tener una superficie de captación solar de 2,02 m<sup>2</sup>, el caudal que debe circular por la instalación es de 104,5 l/h o 0,1045 m<sup>3</sup>/h. Este sería el total del caudal debido al dimensionado de un único colector solar.

Para el cálculo del diámetro de tubería hay que seguir la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{3600 \cdot v \cdot \pi}}$$

*Ecuación 24. Diámetro de Tubería*

Siendo:

- Q: el caudal de la instalación (m<sup>3</sup>/h)
- v: la velocidad del fluido, siendo esta 2 m/s.

Realizando el cálculo se obtiene un diámetro de 4,298 milímetros. Esto quiere decir que se cumple con la normativa de velocidad para diámetros comerciales superiores al calculado. Mediante el software CYPE se calcula un diámetro óptimo que cumpla con la normativa y características demandadas. El valor de este diámetro es de 15 milímetros con un diámetro interior de 13 milímetros.



Según la norma UNE-EN 1057, el diámetro estandarizado según los valores de diámetro interior y exterior de la tubería viene dado por la siguiente ilustración:

TUBOS: Norma UNE-EN 1057 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción

	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
	Diámetro interior en mm											
6		4,8		4,4		4						
8		6,8		6,4		6						
10		8,8	8,6	8,4		8						
12		10,8	10,6	10,4		10						
14				12,4		12						
15			13,6	13,4		13						
16						14						
18				16,4		16						
22					20,2	20	19,8	19,6	19			
28					26,2	26		25,6	25			
35						33		32,6	32			
40						38						
42						40		39,6	39			
54						52		51,6	51	50		
64										60		
66,7								64,3		62,7		
76,1									73,1	72,1		
88,9										84,9		
108										105		103

Ilustración 44. Diámetros Normalizados

Como se puede observar, el diámetro estandarizado de la tubería es de 15 milímetros de diámetro exterior, 13 milímetros de diámetro interior y 1 milímetro de espesor nominal.

### 2.6.3.2.2 Cálculo de las Pérdidas de Carga de la Instalación

#### 2.6.3.2.2.1 Pérdidas de Carga Continuas

El cálculo de las pérdidas de carga continuas se realiza mediante la formulación de Darcy-Weisbach. Esta ecuación se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

*Ecuación 25. Pérdidas de Carga según Darcy-Weisbach*

Donde:

- $\Delta P$ : Pérdida de carga (mca).
- $\lambda$ : Coeficiente de fricción
- L: Longitud de la tubería (m).
- D: Diámetro de la tubería (m).
- v: Velocidad del fluido (m/s).

El coeficiente de fricción se calcula en función del número de Reynolds, cuya ecuación es la siguiente:

$$Re = \frac{(p \cdot v \cdot D)}{\mu}$$

*Ecuación 26. N.º de Reynolds*

Donde:

- $Re$ : Valor del número de Reynolds (adimensional).
- $\rho$ : 1000 Kg/m<sup>3</sup>
- $v$ : Velocidad del fluido (m/s).
- $D$ : Diámetro de la tubería (m).
- $\mu$ : Viscosidad del agua (0.001 poises a 20°C).

El factor de fricción viene definido por la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{0,32}{Re^{0,25}}$$

*Ecuación 27. Factor de Fricción*

A continuación, se adjunta una tabla resumen con el cálculo de la pérdida de carga continuas totales tanto en tramos de impulsión como en tramos de retorno cuyas longitudes de tubería se han diseñado en función de comodidad y simplicidad.

Tramo	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	Diámetro interior (mm)	v (m/s)	Re	landa	Pérdidas de carga (mmca)	Pérdidas de carga (mmca/m)
Impulsión	5.68	0.1045	13	0.5	6500	0.03564	198.4118599	34.9317
Retorno	3.2	0.1045	13	0.5	6500	0.03564	111.7813295	34.9317
							<b>310.1931894</b>	<b>34.9317</b>

*Tabla 70. Resultado Pérdidas de Carga*

Como se puede observar, el valor de las pérdidas de carga es de **310,19 mmca**, y el valor de las pérdidas de carga respecto a la longitud de la tubería menor que 40 mmca/m, por lo que cumple con la normativa correspondiente.

#### 2.6.3.2.2 Pérdidas de Carga Singulares

Las pérdidas de carga singulares son aquellas correspondientes a los elementos singulares de la instalación. Estos elementos son los codos, las válvulas, zonas en T, etc. La ecuación correspondiente para el cálculo de las pérdidas de carga singulares es la siguiente:

$$h_s = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9.81}$$

*Ecuación 28. Pérdidas de Carga en Elementos Singulares*

Donde:

- K: factor de singularidad del elemento.
- v: velocidad media del fluido

Los valores del factor de singularidad según el elemento por el que trasiego el fluido vienen definidos por la siguiente tabla:

VALORES DEL COEFICIENTE "K" EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Singularidad	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

*Ilustración 45. Coeficiente K en Elementos Singulares*

A continuación, se adjunta una tabla resumen con el cálculo de la pérdida de carga continuas totales tanto en tramos de impulsión como en tramos de retorno habiendo en cada tramo una serie de elementos singulares diferentes. Este tipo de singularidades aparecen en la sección de planos.

Tramo	L (m)	v (m/s)	Diámetro interior (mm)	landa	Nº de unidades	Tipo de singularidad	K	Longitud equivalente (m)	Pérdidas de carga (mmca)	Pérdidas de carga (mmca)
Impulsión	5.68	0.5	13	0.0252	1	Válvula de corte	0.2	0.1031746	2.54841998	24.7000706
					7	Codos de 90º	0.75	2.70833333	66.8960245	24.7000706
Retorno	3.2	0.5	13	0.0252	6	Codos de 90º	0.75	2.32142857	57.3394495	24.7000706
					1	Válvula de seguridad	2.5	1.28968254	31.8552497	24.7000706
					6	Válvulas de corte	0.2	0.61904762	15.2905199	24.7000706
					1	Válvula antirretorno	2	1.03174603	25.4841998	24.7000706
									<b>199.413863</b>	<b>24.7000706</b>

*Tabla 71. Resultados Pérdidas de Carga en Elementos Singulares*

#### 2.6.3.2.2.3 Pérdidas de Carga Totales

Las pérdidas de carga totales son las correspondientes a la suma de las pérdidas continuas y singulares. El valor es de **509,6 mmca**.

#### 2.6.3.2.3 Dimensionamiento de la Bomba de Circulación

Las características para el dimensionamiento de la bomba de circulación, definidas por el software CYPE, vienen definidas en la tabla siguiente:

Caudal (l/h)	Presión (Pa)
120.00	3433.5

*Tabla 72. Parámetros de la Bomba de Circulación*

Los materiales constitutivos de la bomba en el circuito primario son compatibles con la mezcla anticongelante.

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario se debe dimensionar para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiadores). El caudal de circulación tiene un valor de 120.00 l/h.

La pérdida de presión en el conjunto de captación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P_t = \frac{\Delta P \cdot N \cdot (N + 1)}{4}$$

*Ecuación 29. Pérdidas de Presión en el Conjunto de Captación*

donde:

- $\Delta P_t$ : Pérdida de presión en el conjunto de captación.
- $\Delta P$ : Pérdida de presión para un captador.
- N: Número total de captadores.

La pérdida de presión en el intercambiador tiene un valor de 800.0 Pa.

La potencia de la bomba de circulación tendrá un valor de 0.07 kW. Dicho valor se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot \Delta P$$

*Ecuación 30. Potencia de la Bomba*

donde:

- P: Potencia eléctrica (kW)
- C: Caudal (l/s)
- $\Delta p$ : Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

#### 2.6.3.2.3.1 Elección Bomba de Circulación

Obtenidos los valores de potencia (0,07 kW), caudal (120 l/h) y altura manométrica (0.35 mca), se selecciona una electrobomba centrífuga de la casa GRUNFOS, modelo UPS 20-14, con una potencia de 2,5 KW. La bomba tiene las siguientes características:

- El cuerpo de la bomba en latón, resistente a la corrosión.
- Incorpora carcasa de aislamiento, que previene de las pérdidas de calor.
- La pieza conductora del agua de la bomba está herméticamente separada del estátor por un cuerpo esférico de acero inoxidable. El motor puede estar separado del alojamiento de la bomba para un proceso de mantenimiento.
- Válvula antirretorno incorporada.

A continuación, se muestra su curva de rendimiento:

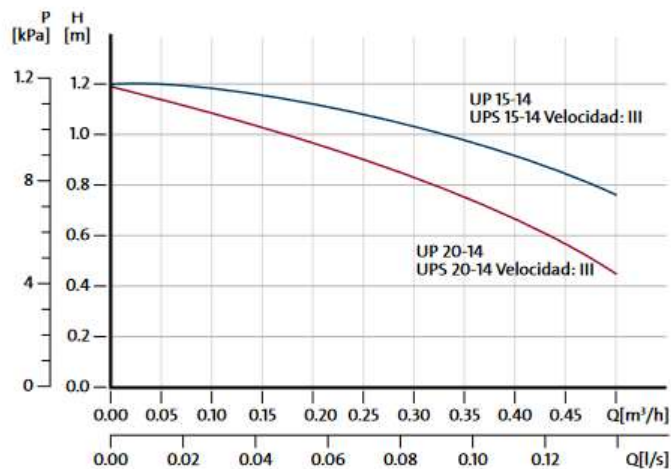


Ilustración 46. Características de la Bomba de Circulación

#### 2.6.3.2.4 Dimensionamiento del Vaso de Expansión

El valor teórico del coeficiente de expansión térmica, calculado según la norma UNE 100.155, es de 0.088. El vaso de expansión seleccionado tiene una capacidad de 5 l.

La capacidad del vaso de expansión ha sido calculada mediante las siguientes ecuaciones:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

*Ecuación 31. Capacidad del Vaso de Expansión*

donde:

- $V_t$ : Volumen útil necesario (l).
- $V$ : Volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).
- $C_e$ : Coeficiente de expansión del fluido.
- $C_p$ : Coeficiente de presión.

El volumen total de fluido contenido en el circuito primario se obtiene sumando el contenido en las tuberías (2.25 l), en los elementos de captación (1.36 l) y en el intercambiador (7.50 l). En este caso, el volumen total es de 11.11 l.

Con los valores de la temperatura mínima (-8°C) y máxima (140°C), y el valor del porcentaje de glicol etilénico en agua (28%) se obtiene un valor de 'Ce' igual a 0.088. Para calcular este parámetro se han utilizado las siguientes expresiones:

$$C_e = f_c \cdot (-95 + 1,2 \cdot t) \cdot 10^{-3}$$

*Ecuación 32. Coeficiente de Expansión del Fluido*

donde:

- $f_c$ : Factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.
- $t$ : Temperatura máxima en el circuito.

El factor 'fc' se calcula mediante la siguiente expresión:



$$fc = a \cdot (1,8 \cdot t + 32)^b$$

*Ecuación 33. Factor de Correlación*

donde:

- $a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 17.23$
- $b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.47$
- G: Porcentaje de glicol etilénico en agua (28%).

El coeficiente de presión ( $C_p$ ) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}}$$

*Ecuación 34. Coeficiente de Presión*

donde:

- $P_{max}$ : Presión máxima en el vaso de expansión.
- $P_{min}$ : Presión mínima en el vaso de expansión.

El punto de mínima presión de la instalación corresponde a los captadores solares, ya que se encuentran a la cota máxima. Para evitar la entrada de aire, se considera una presión mínima aceptable de 1.5 bar.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0.9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 6 bar (sin incorporar el kit de fijación especial).

A partir de las presiones máxima y mínima, se calcula el coeficiente de presión ( $C_p$ ). En este caso, el valor obtenido es de **1.3**.

#### 2.6.3.2.4.1 Elección del Vaso de Expansión

El vaso de expansión seleccionado es de la casa Ibersolar, cuya ficha técnica se adjunta a continuación:



REFERENCIA	Capacidad [l]	Membrana	Presión Máx. [bar]	Presión de Precarga [bar]	Conexión Gas Macho	Dimensiones D [mm] H [mm]	
01130100/101368	8	BUTYL	10	2.5	3/4"	220	305
01130100/101369	12	BUTYL	10	2.5	3/4"	260	310
01130100/101370	18	EPDM	8	2.5	3/4"	260	375
01130100/101371	24	EPDM	8	2.5	3/4"	260	485
01130100/101372	35	SBR	5	1.5	3/4"	380	450
01130100/101373	50	SBR	6	1.5	3/4"	380	590
01130100/101374	80	SBR	6	1.5	3/4"	460	690
01130100/101375	100	SBR	6	1.5	3/4"	460	810
01130100/101376	200	SBR	6	1.5	1"	590	985
01130100/101377	300	SBR	6	1.5	1"	650	1220
01130100/101378	400	SBR	6	1.5	1"	650	1550
01130100/101379	500	SBR	6	2.5	1"	750	1557
01130100/101380	600	SBR	6	2.5	1"	750	1720
01130100/101381	700	SBR	6	2.5	1"	750	1950
01130100/101382	1000	EPDM	8	2.5	2 1/2"	800	2130
01130100/101383	1500	EPDM	8	2.5	2 1/2"	1000	2130

*Ilustración 47. Características Vaso de Expansión*

El modelo seleccionado es el modelo de **8 l**, con una presión máxima de 10 bar y una presión de precarga de 2,5 bar. Este modelo cumple con las características mínimas calculadas en el dimensionamiento previo.

#### 2.6.3.2.5 Fluido Caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante. En este caso, se ha elegido fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 40%, con lo que se garantiza la protección de los

captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de  $-13^{\circ}\text{C}$ , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas. En caso de fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes.

El fluido que se utiliza en esta instalación es de la casa Ibersolar, y se trata del Tyfocor L, el cuál es propilenglicol, concretamente 1,2-propilenglicol, una sustancia no toxicológicamente inofensiva y libre de nitrilos. Es un anticongelante concentrado anticorrosión. Previene el ensuciamiento de las superficies asegurando una alta eficiencia térmica. Los inhibidores de corrosión que contiene el Tyfocor L protegen los materiales metálicos usados en instalaciones solares contra la corrosión y los depósitos a lo largo del tiempo. Este fluido es miscible con agua y dependiendo de la concentración, puede llegar a prevenir el congelamiento hasta temperaturas de  $-50^{\circ}\text{C}$ .

Para un correcto funcionamiento la dilución con agua tiene que ser al menos 25% v/v, y no más del 75% v/v. Para prevenir la corrosión, es conveniente no sobrepasar el rango de 40% - 75% volumen de Tyfocor L. Por último, las temperaturas superiores a  $170^{\circ}\text{C}$  provocan envejecimiento prematuro.

A continuación, se muestran las características del Tyfocor L:



PROPIEDADES TYFOCOR L CONCENTRADO		
Aspecto	claro, líquido incoloro	
Punto de Ebullición	>150°C	ASTM D 1120
Punto de Solidificación	<-50°C	DIN ISO 3016
Densidad (20°C)	1.054-1058g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052
Viscosidad (20°C)	68-72mm <sup>2</sup> /s	DIN 51562
Índice de refracción (20°C)	1.435-1.437	DIN 51423
Reserva de alcalinidad	10-13mL 0.1n HCl	ASTM D1121
pH concentrado	6.5-8.0	ASTM D 1287
pH diluido al 1:2 con agua destilada	7.5-8.5	ASTM D 1287
Contenido en agua	<4%v/v	ASTM D1123/ DIN 51777
Punto de Inflamación	>100°C	DIN 51758
PROPIEDADES TYFOCOR L AL 40 %		
Índice de refracción al 40% (20°C)	1.3801	DIN 51423
Resistencia a las heladas al 40%	-21°C	DIN ISO 3016
Densidad al 40% (20°C)	1037g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052

*Ilustración 48. Características Fluido Caloportador*

En el caso de la instalación que se tiene en cuenta en el presente proyecto, la concentración seleccionada es al 40%.

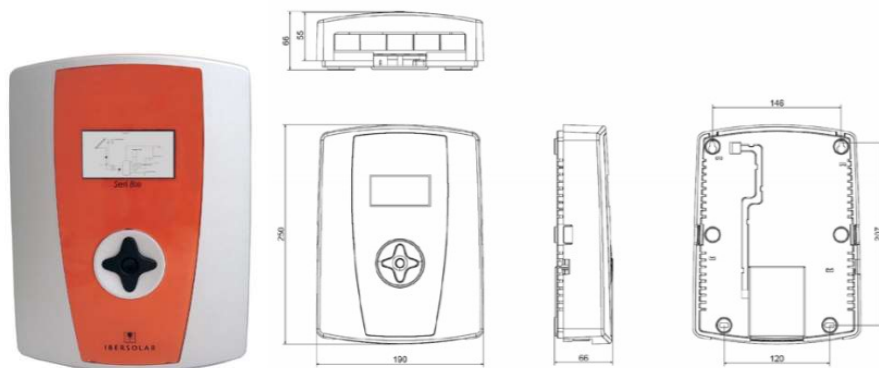
#### 2.6.3.2.6 Sistema de Control

Para que todo funcione correctamente es necesario disponer de un sistema de control que nos ayude informándonos de los parámetros más característicos de la instalación solar térmica.

Para el presente proyecto se ha seleccionado un regulador térmico SERI 800 de la casa Ibersolar. Este regulador cumple gran parte de las funciones de control del circuito primario de las instalaciones de ACS. Presenta funciones de seguridad, como protección contra sobrecalentamiento, antihielo, anti legionela, y control del campo solar. La información técnica del producto es la siguiente:

- Libre configuración de señales de entrada y de salida.
- Pantalla gráfica para visualización de temperaturas y gráficos de los valores medidos.
- Equipado con 7 sondas PT1000.
- Visualización de la medida del rendimiento energético solar.

A continuación, se encuentran las características principales del regulador térmico:



REFERENCIA	01050100/102012
Tensión de red nominal	230 V 10 % (50-60Hz)
Consumo de energía	≤ 3 W
<b>Entradas:</b>	8
Sensores de temperatura -20°C...+180°C	máx. 7
Sensor de flujo de vortex	1
<b>Salidas:</b>	8
Triacs (230V, 50Hz) * ON/OFF para bombas y válvulas	6
Salidas analógicas para bombas 0-10V 5mA	2
<b>Interfaz:</b>	
Pantalla gráfica LCD	128x64 pixeles, 66x33mm
Entradas	5 botones
<b>Propiedades físicas:</b>	
Grado de Protección	IP 20
Temperatura Ambiente	0°C...+70°C
Dimensiones	249 x 190 x 65 mm
Peso	0.9 kg
Material de la caja	30% plástico reciclado ABS

*Ilustración 49. Características Regulador Térmico*

Para una obtención de datos óptima, el regulador cuenta con la inclusión de un medidor de temperatura y un caudalímetro de 1-20 l/min. Teniendo en cuenta la demanda de la vivienda (112 l/día), se cumple con las condiciones energéticas y se puede realizar una medida óptima.

## 2.7 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE APOYO

### 2.7.1 Normativa Aplicable

Según el Documento Básico HE 4 Ahorro de la Energía, concretamente el apartado 3.3.6 Sistema de Energía Convencional Auxiliar, una instalación solar térmica debe cumplir los siguientes requisitos:

- Disponer de un sistema de energía convencional auxiliar para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica.
- Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de los captadores.
- El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.
- El sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea, siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

### 2.7.2 Dimensionamiento del Sistema de Apoyo

La característica principal del sistema de apoyo, que en el caso del presente proyecto está formado por una caldera, es la potencia necesaria para pueda cumplir con la demanda necesaria solicitada por la instalación. Esta potencia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

*Ecuación 35. Potencia de la Caldera*

Donde:

- $\dot{m}$ : Es el caudal másico de la instalación (Kg/s).
- $C_p$ : Es el calor específico del agua, siendo 4,186 KJ/Kg·°C. o 1 Kcal/Kg·°C.
- $\Delta T$ : Es el salto térmico del fluido, siendo 50°C en el caso más desfavorable (enero).

Teniendo en cuenta que el caudal de la instalación es 112l/día y que la densidad del agua es de 1 kg/l, el caudal másico tiene un valor de  $1,297 \cdot 10^{-3}$  Kg/s.

Con todos los datos ya calculados, la potencia de la caldera (en función del tiempo que tarda en calentar el agua) es de 0,271 kW/s.

Según la web Openclima.com, un termo sencillo de 50 litros de capacidad con una resistencia eléctrica de 1,2 kW necesita 145 minutos para calentar 50 litros de agua, desde los 10 °C hasta los 60 °C. En el caso de un termo de 150 litros de capacidad con una resistencia eléctrica de 2,2 kW, el tiempo de calentamiento del agua es de 238 minutos considerando las mismas temperaturas.

En el caso de la presente instalación, al considerarse como un sistema de apoyo a la energía solar térmica, habiendo un caudal de 112 l/día, se considera un tiempo de calentamiento de agua de 30 minutos. Con esto, la potencia de la caldera tiene que ser mínimo de **8,13 kW**.

#### 2.7.2.1 Caldera Eléctrica

La caldera eléctrica seleccionada para cubrir la demanda de ACS y funcionando como sistema de apoyo de la instalación solar, es una caldera de la casa Gabarrón, concretamente el modelo Mattira Combi CMX 15i. Se trata de una caldera modulante tanto para calefacción como para producción de ACS.

A continuación, se muestra la ficha técnica de la caldera en cuestión:



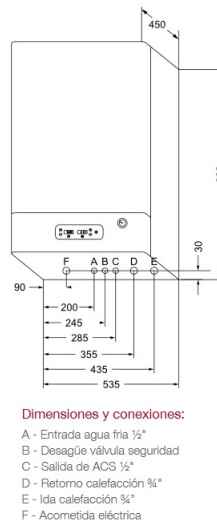
MODELOS	CMX15i CMX15Pi													
Potencia	kW	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	-
Potencia	kcal/h	2580	3440	4300	5160	6020	6880	7740	8600	9460	10320	11180	12900	-
3x400 V+N~	A	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	-
*230 V~	A	13.0	17.4	21.7	26.1	30.4	34.8	39.1	43.5	47.8	52.2	Consultar	Consultar	-
Tiempo en disponer ACS**	min	29'04"	21'48"	17'26"	14'32"	12'27"	10'54"	9'41"	8'43"	7'56"	7'16"	6'42"	5'49"	-

MODELOS	CMX15i	
Tensión	3x400 V+N / 220-240 V	
Frecuencia	Hz	50
Aislamiento	Clase I	
Peso en vacío	kg	57

*Ilustración 50. Características Técnicas Caldera Eléctrica*

El modelo concreto de caldera es Mattira Combi CMX 15i de **10 kW** de potencia. Las dimensiones de la caldera se muestran en la siguiente ilustración:





*Ilustración 51. Características Constructivas Caldera Eléctrica*

### 2.7.2.2 Caldera de Biomasa

Este tipo de caldera utiliza la biomasa como método de combustión para producir la energía que sea necesaria. Mediante procesos específicos, se puede obtener toda una serie de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos que pueden ser aplicados para cubrir las necesidades energéticas de confort o electricidad, entre otras.

Dentro de los biocombustibles sólidos, los más importantes son los de uso primario, como es el caso de las astillas, carbón vegetal, cáscaras de frutos secos y pellets. Estos últimos son cilindros muy pequeños. Se preparan mediante prensas de granulación, cuya compactación se consigue de forma natural o mediante la adición de elementos químicos que no contengan elementos contaminantes en la combustión. Esta materia prima debe tener poca humedad y una baja granulometría.

La caldera de biomasa seleccionada es una caldera de pellets de la casa Herz Termosun. Los pellets utilizados como combustible se rigen mediante la normativa UNE EN ISO 17225-2: Clase 1. Las características principales de esta de esta caldera se muestran en la siguiente ilustración:



Dimensiones (mm)			Dimensiones de la caldera con el depósito (mm)				
Tipo de depósito			pelletstar				
			10	20	30	45	60
<b>Depósito 165 l / 107 kg</b>			✓	✓	✓	-	-
A1 Largo	440	P1 / P2 Largo	1400 / 1930	1400 / 1930	1400 / 1930	-	-
B1 Ancho	440	Q1 / Q2 Ancho	1035 / 660	1035 / 655	1035 / 655	-	-
C1 Altura	1510	R Altura	1350	1350	1350	-	-
		C4 Altura mínima al techo	1800	1800	1800	-	-
<b>Depósito 195 l / 127 kg</b>			✓	✓	✓	✓	✓
A1 Largo	440	P1 / P2 Largo	1400 / 1990	1400 / 1990	1400 / 1990	1620 / 2210	1620 / 2210
B1 Ancho	440	Q1 / Q2 Ancho	1035 / 660	1035 / 660	1035 / 660	1195 / 660	1195 / 660
C1 Altura	1597	R Altura	1597	1597	1597	1597	1597
		C4 Altura mínima al techo	2100	2100	2100	2100	2100
<b>Depósito GRANDE 400 l / 260 kg</b>			✓	✓	✓	-	-
A1 Largo	1200	P1 / P2 Largo	1745	1750	1750	-	-
B1 Ancho	600	Q1 / Q2 Ancho	1210	1205	1205	-	-
C1 Altura	1134	R Altura	1134	1230	1230	-	-
		C4 Altura mínima al techo	1800	1800	1800	-	-
<b>Depósito GRANDE 480 l / 310 kg</b>			✓	✓	✓	✓	✓
A1 Largo	1200	P1 / P2 Largo	1965	1965	1965	1965	1965
B1 Ancho	600	Q1 / Q2 Ancho	1370	1370	1370	1370	1370
C1 Altura	1369	R Altura	1480	1480	1480	1480	1480
		C4 Altura mínima al techo	2100	2100	2100	2100	2100

Rango de potencia		10
Rango de potencia	kW	3,5 - 12,0
Peso caldera	kg	261
Rendimiento de combustión $\eta_f$	%	>93
Presión de trabajo	bar	3,0
Temperatura máx. impulsión	°C	95
Contenido de agua	l	55
Caudal de gases - Potencia nominal	kg/s	0,0085
Caudal de gases - Potencia parcial	kg/s	0,0031

Ilustración 52. Características Caldera de Biomasa

El modelo seleccionado de caldera es de 10 kW con depósito de llenado manual. Para realizar el dimensionamiento del depósito se realiza el siguiente cálculo:

$$Biomasa = \frac{C}{PC}$$

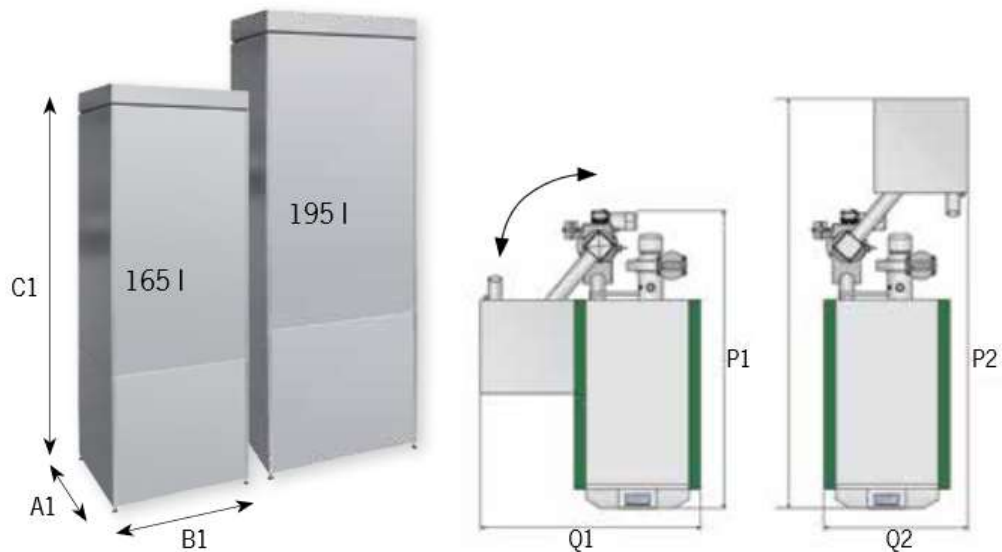
*Ecuación 36. Consumo Energético de Biomasa*

Donde:

- C: El consumo (kWh/año)
- PC: Poder calorífico del pellet, siendo 4,8 kWh/Kg.

Como se puede observar en la *Tabla 60. Demanda Energética Mensual*, la demanda energética de la instalación anual es de 5869,92 MJ/año. Por lo tanto, el consumo energético de la instalación calculado en kWh/año, es de 1630,54 kWh/año.

Por lo tanto, la cantidad de biomasa necesaria para cubrir la necesidad de la vivienda es de 339,7 Kg/año. Como el sistema de llenado de la caldera de biomasa es manual, se consideran tres llenados al año, siendo estos de 4 meses. Por lo tanto, la cantidad de biomasa a considerar es de 113,23 Kg cada 4 meses. Con esto, el depósito elegido para la caldera de biomasa es de **127 Kg / 195l**. Las dimensiones del depósito se muestran en la siguiente ilustración:



Depósito 195 l / 127 kg				✓
A1 Largo	440	P1 / P2 Largo		1400 / 1990
B1 Ancho	440	Q1 / Q2 Ancho		1035 / 660
C1 Altura	1597	R Altura		1597
		C4 Altura mínima al techo		2100

*Ilustración 53. Características Depósito de Biomasa*

### 2.7.2.3 Caldera de Gasoil

La caldera de gasoil seleccionada para cubrir la demanda de ACS y funcionando como sistema de apoyo de la instalación solar es una caldera de la casa Ferroli, concretamente el modelo ATLAS, grupo térmico digital de hierro fundido a gasóleo para calefacción y ACS instantánea. En la siguiente ilustración se muestra la ficha técnica:

Código			0GHU35MW
Presión de trabajo	Calderacción	psa	0
	A.C.2	psa	0
Vaso expansión sanitario	No incorporado (accesorio opcional)		
Diámetro de salida gases		mm	130
Conexiones	a2 Entrada agua fría red	Ø (bujá)	3/4"
	a4 Salida de gases quemados	Ø (bujá)	3/4"
	a3 Vaciado caldera	Ø (bujá)	3/4"
	a2 Retorno de calderacción	Ø (bujá)	1
	a1 Ida instalación	(tipos)	3/4"
Acumulador		(tipos)	100 (Alfitecabo)
Producción A.C.2 con ΔT 30°C		(litros/min)	120
Clasificación energética	A.C.2	Escala C - A	<b>B</b> \ XG
	Calderacción	Escala C - A++	<b>B</b>
Rendimiento útil (sobre F.C.T)	100% Pot. Máx (20/30°C)	%	88'18
	100% Pot. Máx (80/80°C)	%	83'83
Potencia nominal útil		(kcal/h)	51'200
		(kW)	25

**DATOS TÉCNICOS ATLAS eco 30 K 100 UNIT**

Ilustración 54. Características Técnicas Caldera de Gasoil

El modelo seleccionado es el modelo ATLAS eco 30 K 10 Unit, con una potencia de 25kW con las siguientes características constructivas:

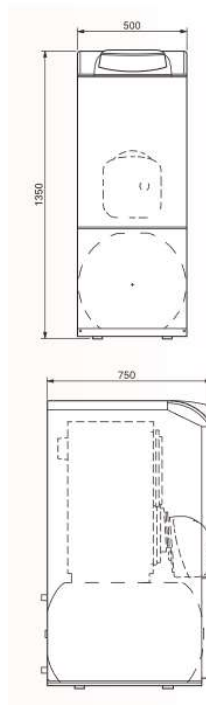


Ilustración 55. Características Constructivas Caldera de Gasoil

### 2.7.3 Selección de la Caldera

Para la selección del sistema de apoyo idóneo para la instalación de la vivienda del presente proyecto, se realiza un estudio donde se tiene en cuenta varios aspectos relacionados con cada una de las calderas para que su posterior elección sea lo más correcta posible siguiendo unos criterios económicos, constructivos y de contaminación principalmente. Los parámetros específicos que se consideran son los siguientes:

- Precio.
- Rendimiento.
- Coste del producto.
- Tamaño.
- Calificación energética.
- Mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestran las características más significativas de cada una de las calderas que se tienen en cuenta a la hora de realizar el estudio de selección:

Parámetros	Caldera		
	Eléctrica	Biomasa	Gasoil
Precio (€)	1381.08	8624	2448.37
Rendimiento (%)	99	93	93.93
Coste (€/kWh)	0.13	0.04	0.09
Tamaño (m)	0.535 x 0.83 x 0.45	1.035 x 1.99 x 0.44	0.50 x 1.35 x 0.50
Calificación Energética	D	A	B
Mantenimiento	Bajo	Medio	Alto

*Tabla 73. Características de las Calderas*

Para la elección de la caldera más adecuada se realiza un cálculo según el método de las jerarquías analíticas. Para realizar este método, en primer lugar, se construye una matriz de pesos indicando cuál de los parámetros tiene más importancia sobre los demás. La matriz de pesos se presenta a continuación:

	Precio (€)	Coste (€/kWh)	Calificación Energética	Mantenimiento	Tamaño (m)	Rendimiento (%)
Precio (€)	1	2	3	5	6	7
Coste (€/kWh)	1/2	1	2	4	5	6
Calificación Energética	1/3	1/2	1	3	4	5
Mantenimiento	1/5	1/4	1/3	1	3	4
Tamaño (m)	1/6	1/5	1/4	1/3	1	3
Rendimiento (%)	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1

Tabla 74. Matriz de Pesos

En esta matriz de pesos (elección subjetiva) se observa el peso que tiene cada parámetro respecto de los demás, siendo el precio de la caldera el parámetro más importante y el rendimiento el que menos.

Una vez obtenida la matriz de pesos se dispone a calcular el peso de cada parámetro mediante la siguiente ecuación:

$$Peso = \left( \sum \text{Peso de cada parámetro} \right)^{\frac{1}{n^{\circ} \text{ parámetros}}}$$

Ecuación 37. Peso de cada Parámetro

Los pesos de cada parámetro son los siguientes:

- “Precio” = 3,286
- “Coste” = 2,220
- “Calificación Energética” = 1,467
- “Mantenimiento” = 0,764
- “Tamaño” = 0,450
- “Rendimiento” = 0,271

Cuando se obtienen los pesos de cada parámetro, se normaliza los resultados. Los resultados normalizados se expresan mediante la siguiente ecuación:

$$Peso N = \frac{Peso}{\sum Pesos}$$

*Ecuación 38. Peso de cada Parámetro Normalizado*

Los pesos normalizados de cada parámetro son los siguientes:

- “Precio” N = 0,388
- “Coste” N = 0,262
- “Calificación Energética” N = 0,173
- “Mantenimiento” N = 0,090
- “Tamaño” N = 0,053
- “Rendimiento” N = 0,032

Cuando se obtiene el peso normalizado de cada parámetro, se procede a realizar una tabla indicando la importancia, dándole valores de 1 a los parámetros más importantes y valores de 0 a los menos importantes. Los valores intermedios van en función del número de calderas a elegir. En este caso, al tener 3 calderas, la forma de indicar la importancia de los números intermedios es mediante la siguiente ecuación:

$$importancia = \frac{1}{n^{\circ}calderas - 1}$$

*Ecuación 39. Importancia de cada Parámetro*

Al tener 3 calderas para la elección, los números intermedios que definen la importancia irá variando con valores de 0,5.



A continuación, se muestra la tabla donde se observan las importancias de cada parámetro:

	Precio (€)	Coste (€/kWh)	Calificación Energética	Mantenimiento	Tamaño (m)	Rendimiento (%)
Eléctrica	1381,08 <b>(1)</b>	0.13 <b>(0)</b>	D <b>(0)</b>	Bajo <b>(1)</b>	0.535 x 0.83 x 0.45 <b>(1)</b>	99 <b>(1)</b>
Biomasa	8624 <b>(0)</b>	0.04 <b>(1)</b>	A <b>(1)</b>	Medio <b>(0.5)</b>	1.035 x 1.99 x 0.44 <b>(0)</b>	93 <b>(0)</b>
Gasoil	2448.37 <b>(0.5)</b>	0.09 <b>(0.5)</b>	B <b>(0.5)</b>	Alto <b>(0)</b>	0.50 x 1.35 x 0.50 <b>(1)</b>	93.93 <b>(0.5)</b>

*Tabla 75. Importancias de Parámetros*

Finalmente, para poder seleccionar la caldera, se realiza el cálculo de la decisión final. Este cálculo se basa en la siguiente ecuación:

$$Parámetro = \sum (Peso N * Importancia)$$

*Ecuación 40. Decisión Final*

Los valores que indican la decisión final de cada parámetro son los siguientes:

- “Eléctrica” = **0,563**
- “Biomasa” = **0,48**
- “Gasoil” = **0,48**

#### **2.7.4 Conclusión**

Después de realizar el cálculo para la decisión de que caldera utilizar en la instalación mediante el método de las jerarquías analíticas, la caldera eléctrica Mattira Combi CMX 15i de 10 kW es la elegida para la instalación. En el Anexo 3 Estudio de Viabilidad Económica del Sistema de Apoyo se realiza otro estudio diferente para ver, económicamente hablando, la viabilidad de cada caldera considerada para la instalación. La conclusión obtenida en el Anexo 3. Estudio de Viabilidad Económica del Sistema de Apoyo, será la definitiva y por lo tanto la propuesta como solución.

## 2.8 INSTALACIÓN SUMINISTRO DE AGUA

Para el cálculo de las necesidades y comprobaciones de la instalación de suministro de agua, se tiene en cuenta el Documento Básico HS4 Suministro de Agua.

### 2.8.1 Bases de Cálculo

#### 2.8.1.1 Redes de Distribución

##### 2.8.1.1.1 Condiciones Mínimas de Suministro

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q <sub>min</sub> AF (m <sup>3</sup> /h)	Q <sub>min</sub> A.C.S. (m <sup>3</sup> /h)	P <sub>min</sub> (m.c.a.)
Lavabo	0.36	0.234	10
Inodoro con cisterna	0.36	-	10
Ducha	0.72	0.360	10
Fregadero doméstico	0.72	0.360	10
Lavavajillas doméstico	0.54	0.360	10
Lavadora doméstica	0.72	0.540	10
Abreviaturas utilizadas			
Q <sub>min</sub> AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P <sub>min</sub>	Presión mínima
Q <sub>min</sub> A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

Tabla 76. Condiciones Mínimas de Suministro

Como se puede observar, la presión indicada dentro de cualquier punto de consumo de la instalación no es superior a 50 mca.

Además, la temperatura de ACS en los diferentes puntos de consumo de la instalación debe estar comprendida entre 50 °C y 65 °C. Existe alguna excepción como es en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

En el caso del presente proyecto, los cálculos han sido realizados teniendo en cuenta una temperatura de ACS de 60 °C.

### 2.8.1.1.2 Tramos de la Instalación

Para la realización del cálculo de los tramos de la instalación, se ha estudiado en primer lugar los puntos más desfavorables de esta y se han obtenido unos diámetros previos que después se han comprobado en función de las pérdidas de carga obtenida con estos mismos diámetros. Todo se ha realizado mediante los siguientes pasos.

#### 2.8.1.1.2.1 Factor de Fricción

Para el cálculo del factor de fricción se utiliza la siguiente ecuación:

$$\lambda = 0,25 \cdot \left[ \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

*Ecuación 41. Factor de Fricción*

Siendo:

- $\varepsilon$ : Rugosidad absoluta
- D: Diámetro [mm]
- Re: Número de Reynolds

#### 2.8.1.1.2.2 Pérdidas de Carga

Para el cálculo de las pérdidas de carga se utiliza la siguiente ecuación:

$$J = f(Re, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

*Ecuación 42. Pérdidas de Carga*

Siendo:

- Re: Número de Reynolds
- $\varepsilon_r$ : Rugosidad relativa
- L: Longitud [m]
- D: Diámetro
- v: Velocidad [m/s]
- g: Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de esta.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201).

#### 2.8.1.1.2.3 Montantes e Instalación Interior

Para el cálculo del caudal simultáneo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_c = 0,682 \cdot Q_t^{0,45} - 0,14$$

*Ecuación 43. Caudal Simultáneo*

Siendo:

- $Q_c$ : Caudal simultáneo (l/s)
- $Q_t$ : Caudal bruto (l/s)

Como se puede observar, la determinación del caudal de cálculo de cada tramo como el producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad de cada tramo. Para este cálculo, se ha seleccionado una velocidad comprendida entre 0.50 m/s y 2.00 m/s para tuberías metálicas, y una velocidad comprendida entre 0.50 m/s y 3.50 m/s para tuberías termoplásticas y multicapas.

### 2.8.1.1.3 Comprobación de la Presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado Condiciones mínimas de suministro y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- Se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

### 2.8.1.2 Derivaciones a Cuartos Húmedos y Ramales de Enlace

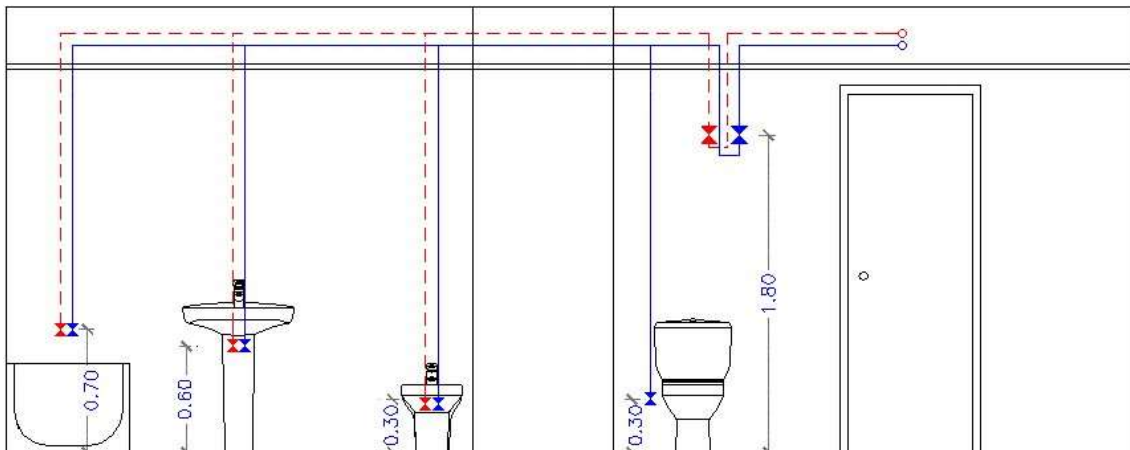


Ilustración 56. Derivaciones y Ramales de Enlace 1

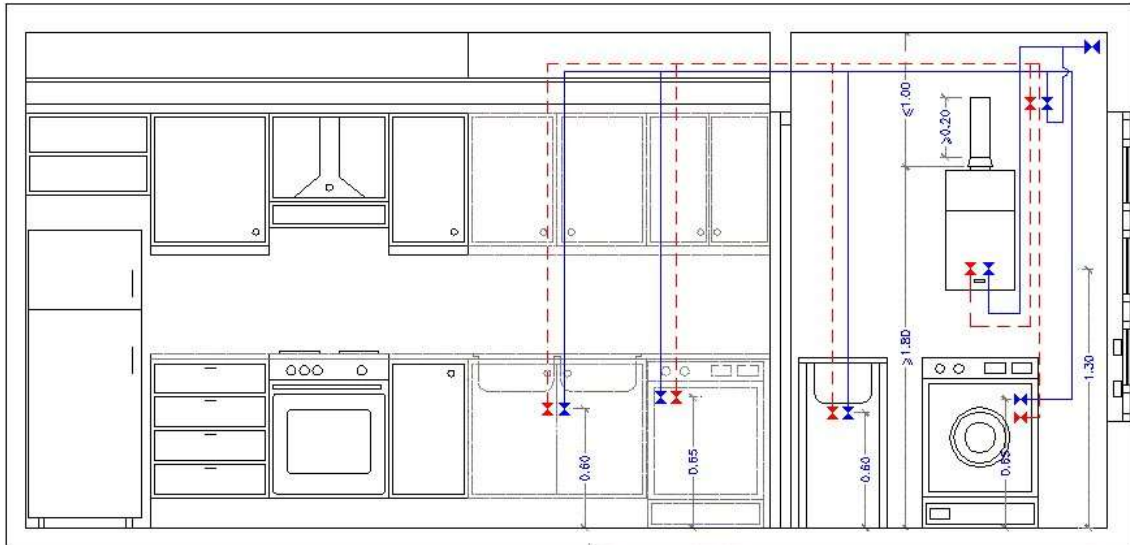


Ilustración 57. Derivaciones y Ramales de Enlace 2

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla:

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavabo	---	16
Inodoro con cisterna	---	16
Ducha	---	16
Fregadero doméstico	---	16
Lavavajillas doméstico	---	16
Lavadora doméstica	---	20

Tabla 77. Diámetros Mínimos de Derivaciones a los Aparatos

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado de cálculo de los tramos, adoptándose como mínimo los valores que se establecen en la siguiente tabla:

<b>Diámetros mínimos de alimentación</b>		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

*Tabla 78. Diámetros Mínimos de Alimentación*

### 2.8.1.3 Redes de ACS

#### 2.8.1.3.1 Redes de Impulsión

Para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

#### 2.8.1.3.2 Redes de Retorno

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del interacumulador.

En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.



El caudal de retorno se estima según:

- Se considera que recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

<b>Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.</b>	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 <sup>1/4</sup>	1100
1 <sup>1/2</sup>	1800
2	3300

*Tabla 79. Relación entre Diámetro de Tubería y Caudal Recirculado*

#### **2.8.1.3.3 Aislamiento Térmico**

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se ha dimensionado de acuerdo con lo indicado en el RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias.

#### **2.8.1.3.4 Dilatadores**

Para los materiales metálicos se ha aplicado lo especificado en la norma UNE 100 156/1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108/2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

## 2.8.2 Dimensionado

### 2.8.2.1 Acometidas

A continuación, se muestra el dimensionamiento de las acometidas de la instalación.

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	$L_r$ (m)	$L_t$ (m)	$Q_b$ (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	$D_{int}$ (mm)	$D_{com}$ (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	$P_{ent}$ (m.c.a.)	$P_{sal}$ (m.c.a.)
1-2	2.13	2.55	3.42	0.55	1.90	0.30	28.00	32.00	0.85	0.09	31.50	31.11
Abreviaturas utilizadas												
$L_r$	Longitud medida sobre planos						$D_{int}$	Diámetro interior				
$L_t$	Longitud total de cálculo ( $L_r + L_{eq}$ )						$D_{com}$	Diámetro comercial				
$Q_b$	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ( $Q_b \times K$ )						$P_{ent}$	Presión de entrada				
h	Desnivel						$P_{sal}$	Presión de salida				

Tabla 80. Dimensionamiento Acometidas

La instalación se presenta mediante un tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2.

### 2.8.2.2 Tubos de Alimentación

A continuación, se muestra el dimensionamiento de los tubos de alimentación de la instalación.

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	P <sub>sal</sub> (m.c.a.)
2-3	11.41	13.69	3.42	0.55	1.90	-0.30	21.70	20.00	1.42	1.74	27.11	25.17
Abreviaturas utilizadas												
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos						D <sub>int</sub>	Diámetro interior				
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )						D <sub>com</sub>	Diámetro comercial				
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)						P <sub>ent</sub>	Presión de entrada				
h	Desnivel						P <sub>sal</sub>	Presión de salida				

*Tabla 81. Dimensionamiento Tubos de Alimentación*

La instalación se presenta mediante un tubo de acero galvanizado según UNE 19048.

### 2.8.2.3 Instalaciones Particulares

A continuación, se muestra el cálculo hidráulico de las instalaciones particulares, como son la instalación interior, los cuartos húmedos y el puntal.

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T <sub>tub</sub>	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	P <sub>sal</sub> (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	0.38	0.45	3.42	0.55	1.90	0.00	16.20	20.00	2.55	0.24	25.17	24.43
4-5	Cuarto húmedo (F)	0.26	0.32	3.42	0.55	1.90	0.00	16.20	20.00	2.55	0.16	24.43	24.27
5-6	Cuarto húmedo (F)	0.84	1.01	2.70	0.61	1.65	0.00	16.20	20.00	2.23	0.41	24.27	23.86
6-7	Cuarto húmedo (F)	0.85	1.03	2.16	0.67	1.45	0.00	12.40	16.00	3.33	1.22	23.86	22.64
7-8	Cuarto húmedo (F)	10.67	12.81	1.44	0.78	1.12	0.00	12.40	16.00	2.58	9.49	22.64	13.14
8-9	Puntal (F)	4.00	4.80	0.72	1.00	0.72	1.10	12.40	16.00	1.66	1.57	13.14	10.47
Abreviaturas utilizadas													
T <sub>tub</sub>	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D <sub>int</sub>	Diámetro interior						
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos					D <sub>com</sub>	Diámetro comercial						
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )					v	Velocidad						
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P <sub>ent</sub>	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)					P <sub>sal</sub>	Presión de salida						
h	Desnivel												
Instalación interior: Unifamiliar (Vivienda)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Du): Ducha													

Tabla 82. Dimensionamiento Instalaciones Particulares

La instalación se presenta mediante un tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2.

#### 2.8.2.4 Dimensionamiento de la Bomba de Circulación

Para realizar el dimensionamiento de la Bomba de Circulación, se tiene que realizar una serie de cálculos previos. Estos cálculos vienen definidos por la siguiente expresión:

$$Hm = Hg + Pc + 10 \cdot \frac{Pi - Pa}{p \cdot g}$$

Tabla 83. Altura Manométrica Bomba

Siendo:

- Hm: La altura manométrica.
- Hg: La altura geométrica.
- Pc: Las pérdidas de carga.
- Pi: Presión de impulsión.
- Pa: Presión de aspiración.
- p: Densidad del agua, siendo 1 Kg/m<sup>3</sup>
- G: gravedad, siendo 9,81 m<sup>2</sup>/s

A continuación, se muestra el resultado de los cálculos para el dimensionamiento de la bomba de circulación:

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación			
Ref	Descripción	Q <sub>cal</sub> (m <sup>3</sup> /h)	P <sub>cal</sub> (m.c.a.)
	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia mínima de 0,071 kW	0.10	0.52
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P <sub>cal</sub>	Presión de cálculo
Q <sub>cal</sub>	Caudal de cálculo		

*Tabla 84. Dimensionamiento Hidráulico Bomba de Circulación*

La bomba seleccionada es una electrobomba centrífuga de la casa GRUNFOS, modelo UPS 20-14, con una potencia de 2,5 KW. La bomba tiene las siguientes características:

- El cuerpo de la bomba en latón, resistente a la corrosión.
- Incorpora carcasa de aislamiento, que previene de las pérdidas de calor.
- La pieza conductora del agua de la bomba está herméticamente separada del estátor por un cuerpo esférico de acero inoxidable. El motor puede estar separado del alojamiento de la bomba para un proceso de mantenimiento.
- Válvula antirretorno incorporada.

A continuación, se muestra su curva de rendimiento:

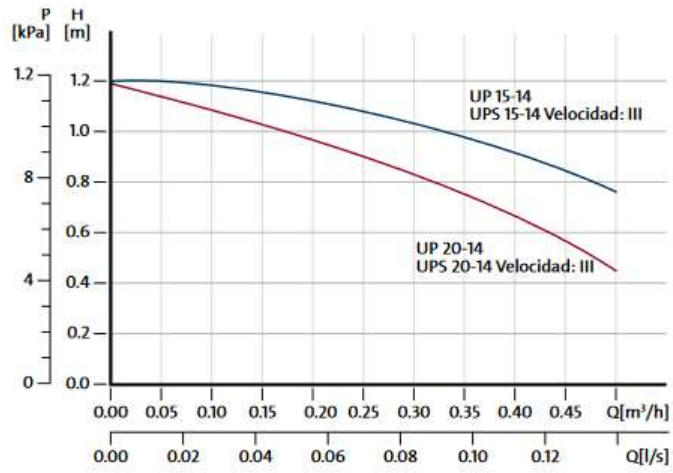


Ilustración 58. Características Bomba de Circulación

## ***ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES***

---

## ÍNDICE

2.10	INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN .....	217
2.10.1	Bomba de Calor .....	217
2.10.2	Fancoil .....	218
2.10.3	Rejillas .....	219
2.10.3.1	Retorno .....	219
2.10.3.2	Impulsión .....	220
2.11	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	221
2.11.1	Captador Solar .....	221
2.11.2	Depósito de Acumulación .....	222
2.11.3	Bomba de Circulación .....	223
2.11.4	Vaso de Expansión .....	224
2.11.5	Fluido Caloportador .....	225
2.11.6	Sistema de Control .....	226
2.11.7	Sistema de Apoyo .....	227
2.11.7.1	Caldera Eléctrica .....	227
2.11.7.2	Caldera Biomasa .....	228
2.11.7.3	Caldera Gasoil .....	229
2.12	INSTALACIÓN SUMINISTRO DE AGUA .....	230
2.12.1	Bomba de Circulación .....	230





## 2.10 INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN

### 2.10.1 Bomba de Calor


Bomba de calor Genia Air 8 de la casa Saunier Duval.

SÓLO  
CON  
CONSERVA  
RÁPIDA

SIN  
MANIPULAR  
ELECTRÓNICA

A+

Rango  
Calefacción



### Bomba de calor Genia Air

Genia Air	Ud.	5	8	11	15
Pack MiPro inalámbrico	Ref.	0010023078	0010023079	0010023080	0010023081
Pack MiPro cableado	Ref.	0010023074	0010023075	0010023076	0010023077
Eficiencia impulsión 35 °C		A++	A++	A+	A++
Eficiencia impulsión 55 °C		A+	A++	A+	A+
Alimentación		230V / 50 Hz	230V / 50 Hz	230V / 50 Hz	230V / 50 Hz
Límite de func. mín / máx (en calefacción)	°C	-15 / 28	-20 / 28	-20 / 28	-20 / 28
Límite de func. mín / máx (en refrigeración)	°C	10 / 46	10 / 46	10 / 46	10 / 46
<b>Ida 35 °C, retorno 30 °C, temp. seca 7 °C</b>					
Potencia de calefacción nominal / máx.	KW	4,4 / 7,2	7,7 / 9,5	10,6 / 11,3	14,6 / 16,6
COP nominal / carga parcial		4,7 / 5,1	4,6 / 4,8	4,3 / 4,5	4,5 / 4,5
Intensidad eléctrica nominal	A	4	7,72	12,04	14,8
<b>Ida 18 °C, retorno 23 °C, temp. seca 35 °C</b>					
Potencia de refrigeración nominal / máx.	KW	4,4 / 6,2	7,6 / 8,1	10,5 / 11,1	13,7 / 14,9
EER nominal / carga parcial		3,4 / 5	3,6 / 4,3	3,4 / 5,6	3,2 / 4,1
Intensidad eléctrica nominal	A	6,1	10,61	15,69	19,1
<b>Ida 7 °C, retorno 12 °C, temp. seca 35 °C</b>					
Potencia nominal de refrigeración	KW	3,60	5,50	7,90	10,80
Potencia alcanzable en régimen permanente	KW	-	-	8,30	12,00
Consumo eléctrico nominal	KW	1,30	1,90	2,82	4,50
EER nominal		2,40	2,90	2,80	2,50
EER alcanzable a carga parcial		3,50	3,00	4,20	3,00
Intensidad eléctrica nominal	A	5,90	8,60	13,38	19,60
<b>Círculo frigorífico</b>					
Refrigerante / carga	- / kg	R-410A / 1,8	R-410A / 1,95	R-410A / 3,53	R-410A / 4,4
<b>Círculo hidráulico</b>					
Presión mín./máx.	bar	1 / 3	1 / 3	1 / 3	1 / 3
Caudal de agua máx.	l/h	860	1.400	1.900	2.590
Volumen mínimo de agua	l	17	21	35	60
Presión disponible	mbar	640	450	300	370
<b>Otras características técnicas</b>					
Intensidad máxima absorbida	A	16	16	20	25
Temperatura máxima de ACS	°C	60	63	63	63
Máximo caudal de aire	m <sup>3</sup> /h	2.000	2.700	3.400	5.500
Presión acústica A <sub>7W35</sub> *	db(A)	44	46	51	51
Dimensiones (Alto/Ancho/Profundo)	mm	800 / 980 / 360	942 / 1103 / 415	942 / 1103 / 415	1340 / 1103 / 415
Peso neto	kg	86	102	126	165
Conexiones circuito hidráulico	Pulg.	1,25	1,25	1,25	1,25

Curvas

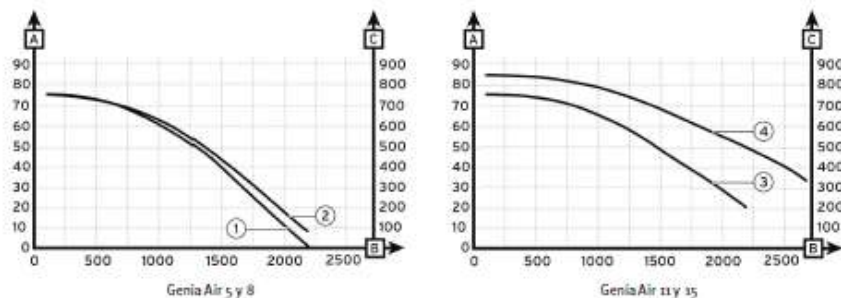


Ilustración 59. Características Bomba de Calor

## 2.10.2 Fancoil

Fancoil SD 4-090 ND de la casa Saunier Duval.

### Genia Fan

Model	Velocidad	Ud.	5-025 NW 4-025 NW	5-035 NW 4-035 NW	5-045 NW 4-045 NW
Referencia			001002447 5 0010022124	001002447 6 0010022125	001002447 7 0010022126
Ventilación	Máx/Med/Min	m³/h	492/454/400	825/689/590	862/741/634
Refrigeración <sup>1</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	2,70/2,59/2,39	3,81/3,30/2,88	4,47/3,98/3,48
Cap. sensible		kW	2,15	3,18	3,67
Caudal		l/h	480	670	770
Pérdida presión		kPa	31,61	56,75	41,17
Calefacción <sup>2</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	2,94/2,80/2,58	4,30/3,65/3,09	4,84/4,23/3,62
Pérdida presión		kPa	32,66	51,86	36,82
Dimens. (an.x alto x prof.)		mm	915x290x230	915x290x230	1.072x315x230
Peso neto		kg	12,7	12,7	15,1
Tub. entrada/salida agua		Pulg.		RC3/4	

Cassette	Velocidad	Ud.	SD 4-035 NK	SD 4-050 NK
Referencia			0010023050	0010023051
Ventilación	Máx/Med/Min	m³/h	719/561/448	1.229/1.020/810
Refrigeración <sup>1</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	3,96/3,26/2,76	6,12/5,45/4,60
Cap. sensible		kW	3,2	5,18
Caudal		l/h	700	1100
Pérdida presión		kPa	11,48	21,3
Calefacción <sup>2</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	4,63/3,79/3,15	6,27/6,53/5,43
Pérdida presión		kPa	9,2	30
Dimens. (an.x alto x prof.)		mm	575x261x575	840x230x840
Dimens. panel (an. x alto x prof.)		mm	647x50x647	950x45x950
Peso neto		kg	19	29
Tub. entrada/salida agua		Pulg.	G3/4	RC3/4

Consola Suelo/techo	Velocidad	Ud.	SD 4-017 NC	SD 4-030 NC	SD 4-045 NC
Referencia			0010022135	0010022136	0010022137
Ventilación	Máx/Med/Min	m³/h	267/201/153	560/407/319	678/492/383
Refrigeración <sup>1</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	1,63/1,23/0,96	2,97/2,39/1,82	4,57/3,35/2,62
Cap. sensible		kW	1,15	2,28	3,24
Caudal		l/h	280	520	810
Pérdida presión		kPa	7 2/5	19 1/9	25 1/2
Calefacción <sup>2</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	1,71 / 1,29 / 0,98	3,3 / 2,54 / 1,87	4,66 / 3,38 / 2,57
Pérdida presión		kPa	5 1/3	15 3/5	21 4/7
Dimens. (an.x alto x prof.)		mm	800x592x220	1.000x592x220	1.200x592x220
Peso neto		kg	24 2/5	28 1/5	34 1/5
Tub. entrada/salida agua		Pulg.		G3/4	

Conductos	Velocidad	Ud.	SD 4-020 ND	SD 4-040 ND	SD 4-060 ND	SD 4-090 ND	SD 4-110 ND
Referencia			0010022130	0010022131	0010022132	0010022133	0010022134
Ventilación	Máx/Med/Min	m³/h	411/273/205	754/564/389	1.022/760/564	1.826/1.332/906	2.334/1.581/1.083
Refrigeración <sup>1</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	2,35/1,72/1,32	3,99/3,26/2,5	5,85/4,82/3,78	8,96/7,37/5,66	10,79/8,86/6,79
Cap. sensible		kW	1,75	3,1	4,49	7,33	8,84
Caudal		l/h	430	690	1050	1590	1930
Pérdida presión		kPa	13,6	13	31,4	24,1	26,3
Calefacción <sup>2</sup> Capacidad	Máx/Med/Min	kW	2,68/1,98/1,42	4,7/3,85/2,77	6,62/5,38/4,00	10,74/8,55/6,35	12,62/10,15/7,47
Pérdida presión		kPa	12,6	13	31,7	28,3	29,4
Dimens. (an.x alto x prof.)		mm	743x241x522	943x241x522	1.161x241x522	1.566x241x522	1.853x241x522
Peso neto		kg	16,7	21	23,7	34,7	39,2
Tub. entrada/salida agua		Pulg.			RC 3/4		

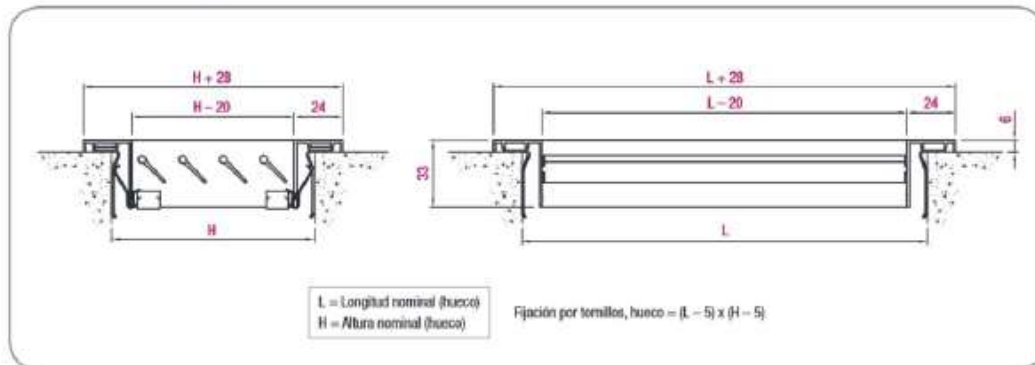
Ilustración 60. Características Fancoil

## 2.10.3 Rejillas

### 2.10.3.1 Retorno

Rejillas de retorno KOOLAIR, modelo 20-45-H.

#### Dimensiones genéricas



#### Tabla de selección

Tamaño	Q (m³/h)	$L_{wa}$ [dB(A)]	$\Delta P_r$ (Pa)	$V_e$ (m/s)
200 x 100	70	24	6	2,4
	90	32	12	3,4
	120	40	22	4,6
250 x 100	80	24	6	2,4
	110	32	11	3,2
	150	40	20	4,3
300 x 100	100	24	5	2,2
	130	32	10	3,0
	180	40	19	4,1
400 x 100 200 x 200	130	24	5	2,1
	170	32	9	2,9
	230	40	17	3,9
600 x 100 300 x 200	190	24	4	2,0
	250	32	8	2,7
	340	40	14	3,7
400 x 200	230	24	4	1,8
	310	32	7	2,5
	420	40	13	3,4
450 x 200	280	24	4	1,9
	380	32	7	2,6
	520	40	12	3,6
500 x 200 350 x 300	350	24	3	2,1
	470	32	6	2,8
	640	40	11	3,8
600 x 200 400 x 300	400	24	3	2,0
	550	32	6	2,7
	750	40	11	3,7
800 x 200 500 x 300	520	24	3	2,0
	700	32	5	2,7
	950	40	10	3,7

Tamaño	Q (m³/h)	$L_{wa}$ [dB(A)]	$\Delta P_r$ (Pa)	$V_e$ (m/s)
1000 x 200 600 x 300	620	24	3	1,9
	840	32	5	2,5
	1140	40	9	3,5
300 x 300	330	24	3	2,2
	450	32	6	3,0
	660	40	13	4,4
800 x 300 600 x 400	780	24	2	1,8
	1060	32	4	2,5
	1440	40	8	3,4
1000 x 300 750 x 400	940	24	2	1,8
	1270	32	4	2,4
	1740	40	8	3,3
1200 x 300 900 x 400 700 x 500 600 x 600	1180	24	2	1,9
	1600	32	4	2,5
	2180	40	7	3,4

#### SIMBOLOGÍA

Q (m³/h): Caudal de aire.

$L_{wa}$  [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.

$\Delta P_r$  (Pa): Pérdida de carga.

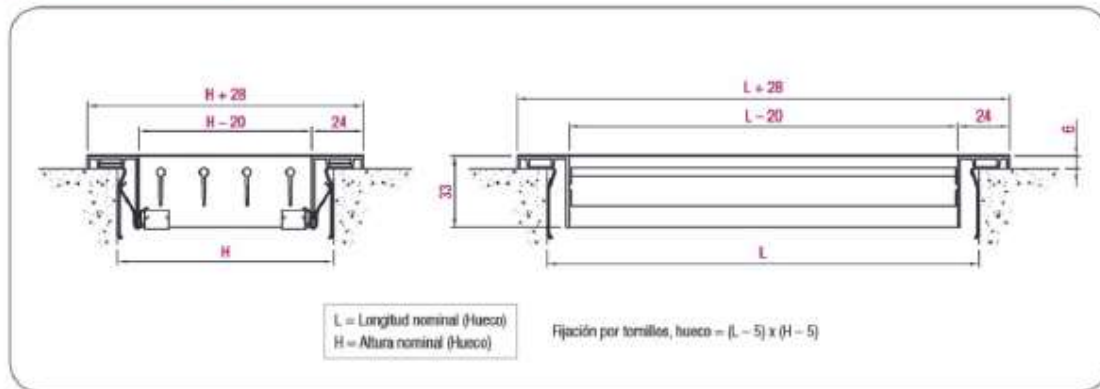
$V_e$  (m/s): Velocidad efectiva.

Ilustración 61. Características Rejilla de Retorno

### 2.10.3.2 Impulsión

Rejillas de impulsión KOOLAIR, modelo 20-SH.

#### Dimensiones genéricas



#### Tabla de selección

Tamaño	Q (m³/h)	L <sub>wa</sub> [dB(A)]	ΔP <sub>t</sub> (Pa)	X (m)	V <sub>e</sub> (m/s)
200 x 100	170	24	7	2,5	3,9
	245	32	15	3,6	5,6
	350	40	31	5,2	7,9
300 x 100	240	24	7	2,9	3,6
	340	32	13	4,1	5,1
	500	40	29	6,1	7,6
300 x 150	330	24	6	3,3	3,3
	470	32	11	4,7	4,7
	670	40	23	6,7	6,8
600 x 100	420	24	5	3,6	3,2
	600	32	10	5,2	4,5
	870	40	22	7,5	6,6
500 x 150	500	24	5	3,8	3,0
	710	32	9	5,5	4,3
	1030	40	19	7,9	6,2
600 x 150	580	24	4	4,1	2,9
	840	32	9	5,9	4,2
	1215	40	19	8,5	6,1
600 x 200	770	24	4	4,5	2,7
	1110	32	8	6,5	4,0
	1600	40	16	9,4	5,7
1000 x 150	900	25	4	4,9	2,7
	1250	32	7	6,8	3,8
	1830	40	15	9,9	5,5
1100 x 200	1260	24	3	5,5	2,4
	1810	32	6	7,9	3,5
	2610	40	13	11,4	5,1
1200 x 250	1615	24	3	6,0	2,3
	2325	32	5	8,7	3,3
	3360	40	11	12,5	4,8



#### SIMBOLOGÍA

Q (m³/h): Caudal de aire.  
L<sub>wa</sub> [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.  
ΔP<sub>t</sub> (Pa): Pérdida de carga.  
X (m): Alcance horizontal para una velocidad máxima en zona ocupada de 0,25 m/s, salto térmico ΔT = -10° C y una altura de instalación de 2,7 m, con efecto techo.  
V<sub>e</sub> (m/s): Velocidad efectiva.

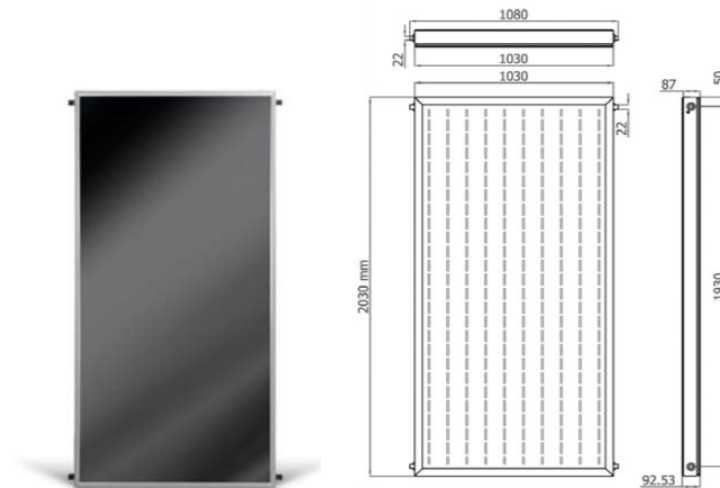
Ilustración 62. Características Rejillas de Impulsión



## 2.11 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 2.11.1 Captador Solar

Captador solar de la casa Ibersolar, modelo OP-V210.



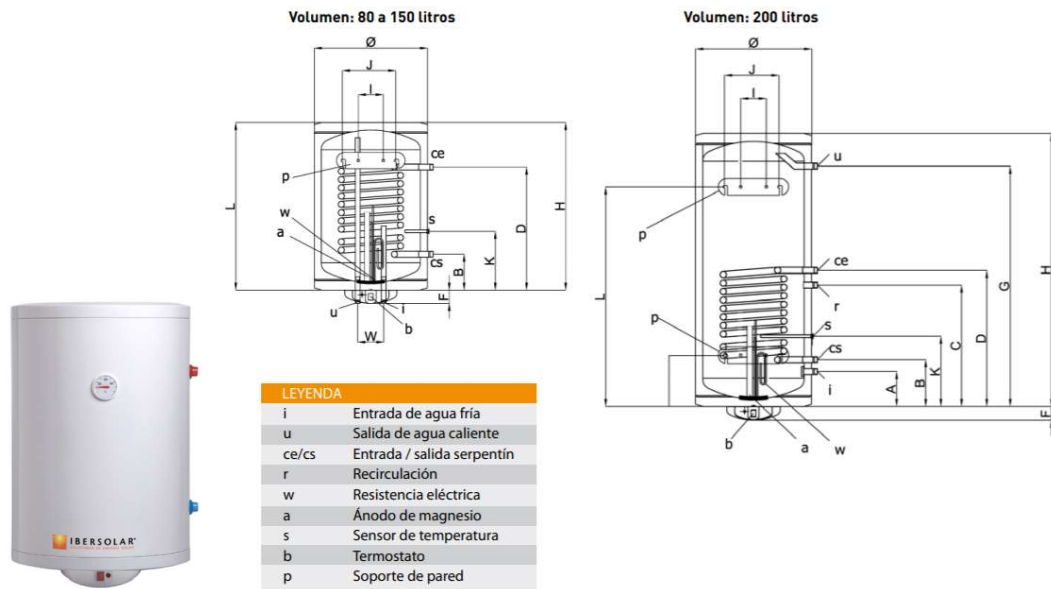
REFERENCIA	01010120/100406	
Modelo	OP-V210	
Captador	Unidades	Valores
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundo)	mm	1030 x 2030 x 92.5
Área bruta	m <sup>2</sup>	2.09
Área de apertura	m <sup>2</sup>	1.92
Número de cubiertas		1
Espesor de la cubierta	mm	4
Material de la cubierta	Vidrio templado de bajo contenido en hierro	
Tubos verticales	10 tubos de cobre	
Diámetro de los tubos verticales	mm	8
Separación entre tubos	mm	85
Tubos horizontales	2 tubos de cobre	
Diámetro de los tubos horizontales	mm	22
Construcción tipo	Parrilla	
Peso en vacío	kg	42.80
Peso en funcionamiento	kg	45.00
Material de la carcasa	Aluminio lacado gris	
Absorbedor		
Tratamiento del absorbedor	Pintura Negra	
Rendimiento óptico	%	74.1
Coefficiente de pérdidas k <sub>i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	6.14
Aislamiento	Lana de Roca	
Espesor aislamiento lateral y posterior	mm	20 / 40
Hidráulica		
Volumen fluido caloportador	litros	1.43
Fluido Caloportador	Propilenglicol	
Presión de trabajo	bar	10
Presión de prueba	bar	15
Caudal recomendado	l/hm <sup>2</sup>	50
Conexiones de tubo liso	mm	22
Temperatura de estancamiento *	°C	121 °C + T° ambiente

\* Radiación a 1000 W/m<sup>2</sup>

Ilustración 63. Características Captador Solar

## 2.11.2 Depósito de Acumulación

Inter acumulador de la casa Ibersolar, 200l.



REFERENCIA		01040211/100886	01040211/100882	01040211/100883	01040211/100884	01040211/100885
Volumen	litros	80	100	120	150	200
Temperatura máxima de operación	°C	95	95	95	95	95
Presión máxima de operación	bar	6	6	6	6	6
Diámetro exterior	mm	520	520	520	520	520
Altura total	mm	640	770	900	1040	1310
Espesor aislante	mm	30	30	30	30	30
Peso	kg	55	61	70	80	88
Superficie intercambiador	m <sup>2</sup>	0,53	0,8	0,8	1,06	1,06

DIMENSIONES (mm)	80 l	100 l	120 l	150 l	200 l
Ø	520	520	520	520	520
A	-	-	-	-	140
B	165	165	165	165	215
C	-	-	-	-	535
D	451	565	565	717	635
F	60	60	60	60	60
G	-	-	-	-	1140
H	640	770	900	1040	1310
I	115	115	115	115	115
J	240	240	240	240	240
K	250	260	260	305	300
L	430	560	670	790	1050
M	-	-	-	-	230
W	120	120	120	120	-
ce/cs (macho)	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
i, u (macho)	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"
r	-	-	-	-	3/4"
s (hembra)	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"

Ilustración 64. Características Depósito de Acumulación

### 2.11.3 Bomba de Circulación

Bomba de circulación de la casa Grundfos, modelo COMFORT PM.



Carcasa de aislamiento:  
Previene las pérdidas de calor

La pieza conductora del agua de la bomba está herméticamente separada del estator por un cuerpo esférico de acero inoxidable. El motor puede estar separado del alojamiento de la bomba para un proceso de mantenimiento y sustitución sencillo.

Cuerpo de la bomba en latón: resistente a la corrosión. La versión X incluye válvulas de aislamiento + anti-retorno.

El conector ALPHA permite una conexión sencilla sin necesidad de abrir la caja de conexiones.

La versión UPS con 3 velocidades constantes dispone de una pantalla frontal con botón de selección para una configuración rápida y fácil.

La versión A (AUTOADAPT) incorpora sensor de temperatura y cable de 2,5m para conectar la salida de la caldera.

1 botón para 3 modos de funcionamiento:

- Modo AUTOADAPT
- Modo de control de temperatura
- Modo 100% constante.



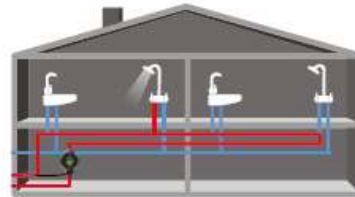
#### Mínimo gasto de agua

Cada año, una familia tipo de tres personas con un sistema convencional monotubo puede llegar a desperdiciar 16.000 litros de agua limpia a través del desagüe esperando a que salga agua caliente. COMFORT PM suministra agua caliente inmediatamente a toda la casa lo que elimina la costosa (y, a menudo, desesperante) espera hasta que se consigue calentar el agua (unos 60 seg. – o lo que es lo mismo, 0,15 l/seg desperdiciados).

Como resultado, menores costes y garantía total de confort, además de los beneficios para el medio ambiente que supone un gasto de agua mínimo.

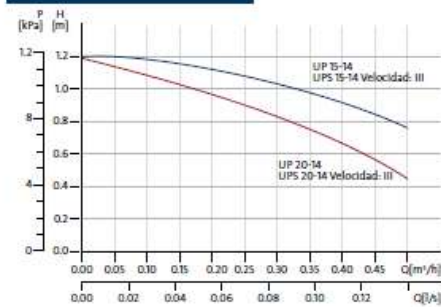
#### ¿Qué es una bomba COMFORT de recirculación de ACS?

Este tipo de bombas está diseñada para conducir el agua caliente sanitaria en un circuito doméstico dentro de un sistema de distribución de agua caliente. Para facilitar el proceso, es necesaria una tubería de retorno.



MODELOS		
PRODUCTO	MODELO	CÓDIGO
COMFORT 1 Velocidad	UP 15-14 B PM	97916771
	UPS 15-14 B PM	98492992
COMFORT con válvula antirretorno	UP 20-14 BX PM	97916772
	UPS 20-14 BX PM	98492994
COMFORT AUTOADAPT	UP 15-14 BA PM	97916757
COMFORT AUTOADAPT con válvula antirretorno	UP 20-14 BXA PM	97916749
Temporizador		98465219

#### CURVAS DE RENDIMIENTO



#### Temporizador opcional

La gama Grundfos COMFORT PM es compatible con un temporizador de 24 horas opcional con intervalos de 15 minutos. Este temporizador también puede utilizarse con bombas desde 230 V hasta 2500 W.



Ilustración 65. Características Bomba de Circulación



### 2.11.4 Vaso de Expansión

Vaso de Expansión de la casa Ibersolar.



REFERENCIA	Capacidad [l]	Membrana	Presión Máx. [bar]	Presión de Precarga [bar]	Conexión Gas Macho	Dimensiones D [mm] H [mm]	
01130100/101368	8	BUTYL	10	2.5	3/4"	220	305
01130100/101369	12	BUTYL	10	2.5	3/4"	260	310
01130100/101370	18	EPDM	8	2.5	3/4"	260	375
01130100/101371	24	EPDM	8	2.5	3/4"	260	485
01130100/101372	35	SBR	5	1.5	3/4"	380	450
01130100/101373	50	SBR	6	1.5	3/4"	380	590
01130100/101374	80	SBR	6	1.5	3/4"	460	690
01130100/101375	100	SBR	6	1.5	3/4"	460	810
01130100/101376	200	SBR	6	1.5	1"	590	985
01130100/101377	300	SBR	6	1.5	1"	650	1220
01130100/101378	400	SBR	6	1.5	1"	650	1550
01130100/101379	500	SBR	6	2.5	1"	750	1557
01130100/101380	600	SBR	6	2.5	1"	750	1720
01130100/101381	700	SBR	6	2.5	1"	750	1950
01130100/101382	1000	EPDM	8	2.5	2 1/2"	800	2130
01130100/101383	1500	EPDM	8	2.5	2 1/2"	1000	2130

*Ilustración 66. Características Vaso de Expansión*

### 2.11.5 Fluido Caloportador

Fluido de la casa Ibersolar, modelo Tyfocor L al 40%

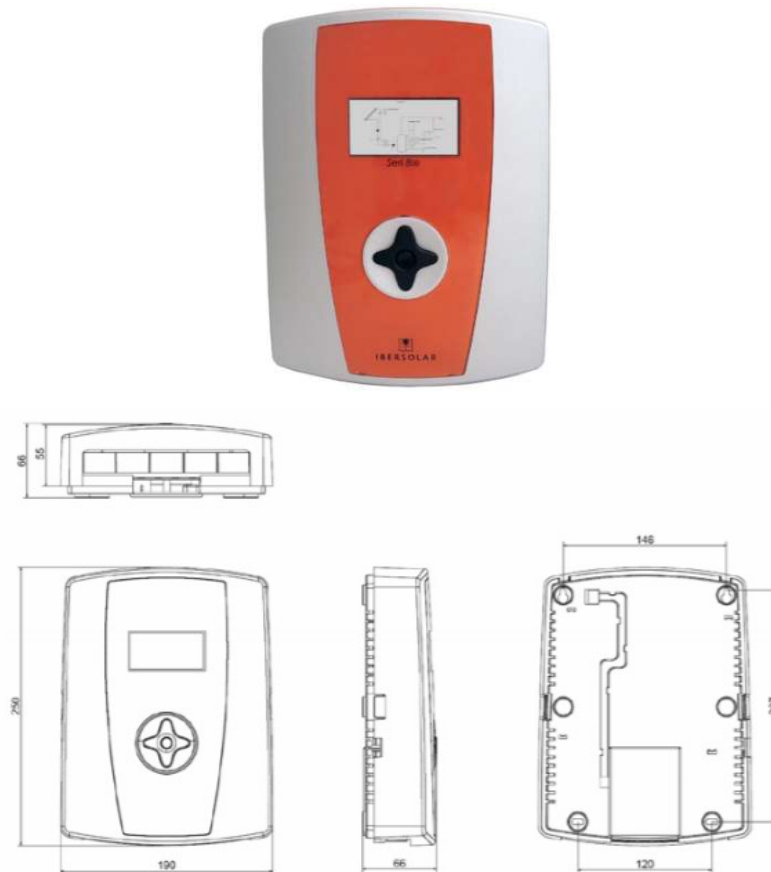


PROPIEDADES TYFOCOR L CONCENTRADO		
Aspecto	claro, líquido incoloro	
Punto de Ebullición	>150°C	ASTM D 1120
Punto de Solidificación	<-50°C	DIN ISO 3016
Densidad (20°C)	1.054-1058g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052
Viscosidad (20°C)	68-72mm <sup>2</sup> /s	DIN 51562
Índice de refracción (20°C)	1.435-1.437	DIN 51423
Reserva de alcalinidad	10-13mL 0.1n HCl	ASTM D1121
pH concentrado	6.5-8.0	ASTM D 1287
pH diluido al 1:2 con agua destilada	7.5-8.5	ASTM D 1287
Contenido en agua	<4%v/v	ASTM D1123/ DIN 51777
Punto de Inflamación	>100°C	DIN 51758
PROPIEDADES TYFOCOR L AL 40 %		
Índice de refracción al 40% (20°C)	1.3801	DIN 51423
Resistencia a las heladas al 40%	-21°C	DIN ISO 3016
Densidad al 40% (20°C)	1037g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052

Ilustración 67. Características Fluido Caloportador

### 2.11.6 Sistema de Control

Regulador térmico de la casa Ibersolar, modelo SERI 800.



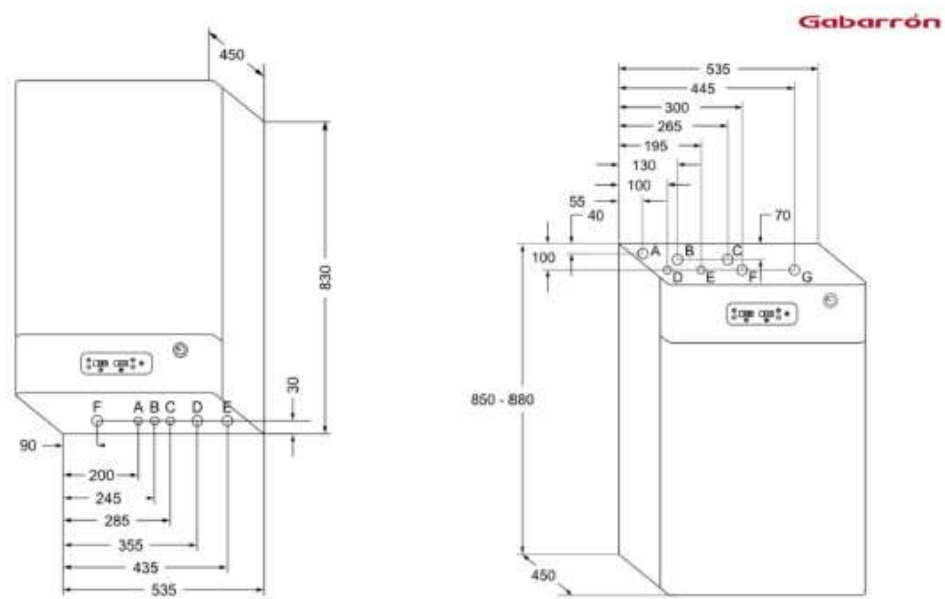
REFERENCIA	01050100/102012
Tensión de red nominal	230 V 10 % (50-60Hz)
Consumo de energía	≤ 3 W
<b>Entradas:</b>	8
Sensores de temperatura -20°C....+180°C	máx. 7
Sensor de flujo de vortex	1
<b>Salidas:</b>	8
Triacs (230V, 50Hz) * ON/OFF para bombas y válvulas	6
Salidas analógicas para bombas 0-10V 5mA	2
<b>Interfaz:</b>	
Pantalla gráfica LCD	128x64 pixeles, 66x33mm
Entradas	5 botones
<b>Propiedades físicas:</b>	
Grado de Protección	IP 20
Temperatura Ambiente	0°C...+70°C
Dimensiones	249 x 190 x 65 mm
Peso	0.9 kg
Material de la caja	30% plástico reciclado ABS

Ilustración 68. Características Regulador Térmico

## 2.11.7 Sistema de Apoyo

### 2.11.7.1 Caldera Eléctrica

Caldera eléctrica modulante de la casa Gabarrón, modelo Mattira Combi CMX 15i de 10 kW.



#### Dimensiones y conexiones:

- A - Entrada agua fría 1/2"
- B - Desagüe válvula seguridad
- C - Salida de ACS 1/2"
- D - Retorno calefacción 3/4"
- E - Ida calefacción 3/4"
- F - Acometida eléctrica

#### Dimensiones y conexiones:

- A - Acometida eléctrica
- B - Desagüe válvula seguridad ACS
- C - Desagüe válvula seguridad calefacción
- D - Salida Agua Caliente Sanitaria 1/2"
- E - Entrada agua fría ACS 1/2"
- F - Retorno calefacción 3/4"
- G - Ida calefacción 3/4"

MODELOS		CMX15i CMX15Pi												
Potencia	kW	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	-
Potencia	kcal/h	2580	3440	4300	5160	6020	6880	7740	8600	9460	10320	11180	12000	-
3x400 V+N~	A	10.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	-
*230 V~	A	13.0	17.4	21.7	26.1	30.4	34.8	39.1	43.5	47.8	52.2	Consultar	Consultar	-
Tiempo en disponer ACS**	min	39'04"	21'48"	17'28"	14'32"	12'27"	10'54"	9'41"	8'43"	7'56"	7'16"	6'42"	6'49"	-
MODELOS		CMX18i CMX18Pi												
Potencia	kW	6	-	-	6	-	-	9	-	-	12	-	15	18
Potencia	kcal/h	2580	-	-	5160	-	-	7740	-	-	10320	-	12000	15480
3x400 V+N~	A	13.0	-	-	13.0	-	-	13.0	-	-	26.0	-	26.0	26.0
*230 V~	A	13.0	-	-	26.1	-	-	39.1	-	-	52.2	-	Consultar	Consultar
Tiempo en disponer ACS**	min	39'04"	-	-	14'32"	-	-	9'41"	-	-	7'16"	-	5'40"	-
MODELOS		CMX15i	CMX18i	CMX15Pi	CMX18Pi									
Tensión		3x400 V+N / 220-240 V	3x400 V+N / 220-240 V	3x400 V+N / 220-240 V	3x400 V+N / 220-240 V									
Frecuencia	Hz	50	50	50	50									
Aislamiento		Clase I	Clase I	Clase I	Clase I									
Peso en vacío	kg	57	57	57	57									

Ilustración 69. Características Caldera Eléctrica

## 2.11.7.2 Caldera Biomasa

Caldera biomasa de la casa Herz Termosun, modelo Pellet 10.



Ilustración 70. Características Caldera de Biomasa



### 2.11.7.3 Caldera Gasoil

Caldera gasoil de la casa Ferroli, modelo ATLAS eco 30K 100 UNIT.

## ATLAS eco 30 K 100 UNIT

*Grupo térmico analógico de hierro fundido a gasóleo para calefacción y ACS con acumulador*

**OTRAS PRESTACIONES**

- Gama disponible en 25 kW.
- Incorpora acumulador vitrificado de 100 l.
- Vaso de expansión y válvula de seguridad para calefacción.
- Dos circuladores: uno para calefacción y otro para A.C.S.

**PANEL DE MANDOS CON DISPLAY DIGITAL QUE INCORPORA**

- Hidrómetro.
- Selector de temperatura de calefacción y ON/OFF
- Selector de temperatura de A.C.S.
- Display digital con múltiple información:
  - Temperatura
  - Bloqueo
  - Modo de funcionamiento




**ACCESORIO OPCIONAL**

- Kit vaso de expansión ACS + llave de llenado: C50016760

DATOS TÉCNICOS ATLAS eco 30 K 100 UNIT			
Potencia nominal útil		(kW)	25
		(kcal/h)	21.500
Rendimiento útil (sobre P.C.I.)	100% Pot. Max (80/60°C)	%	93,93
	100% Pot. Max (50/30°C)	%	96,19
Clasificación energética	Calefacción	Escala G - A++	<b>B</b>
	A.C.S.	Escala G - A	<b>B</b> / XL
Producción A.C.S. con ΔT 30°C			195
		(litros/min)	750
Acumulador		(litros)	100 (Vitrificado)
Conexiones	a1 Ida instalación	(litros)	3/4"
	a2 Retorno de calefacción	Ø (pulg.)	1
	a3 Vaciado caldera	Ø (pulg.)	3/4"
	a4 Salida de gases quemados	Ø (pulg.)	3/4"
	a5 Entrada agua fría red	Ø (pulg.)	3/4"
Díametro de salida gases		mm	130
Vaso expansión sanitario	No incorporado (accesorio opcional)		
Presión de trabajo	A.C.S.	bar	9
	Calefacción	bar	6
Código			0LHUS.ZWA

Ilustración 71. Características Caldera de Gasoil

## 2.12 INSTALACIÓN SUMINISTRO DE AGUA

### 2.12.1 Bomba de Circulación

Bomba de circulación de la casa Grundfos, modelo COMFORT PM.



Carcasa de aislamiento: Previene las pérdidas de calor

La pieza conductora del agua de la bomba está herméticamente separada del estator por un cuerpo esférico de acero inoxidable. El motor puede estar separado del alojamiento de la bomba para un proceso de mantenimiento y sustitución sencillo.

Cuerpo de la bomba en latón: resistente a la corrosión. La versión X incluye válvulas de aislamiento + anti-retorno.

El conector ALPHA permite una conexión sencilla sin necesidad de abrir la caja de conexiones.

La versión UPS con 3 velocidades constantes dispone de una pantalla frontal con botón de selección para una configuración rápida y fácil.

La versión A (AUTOADAPT) incorpora sensor de temperatura y cable de 2,5m para conectar la salida de la caldera.

1 botón para 3 modos de funcionamiento:

- Modo AUTOADAPT
- Modo de control de temperatura
- Modo 100% constante.

**AUTO** 200K

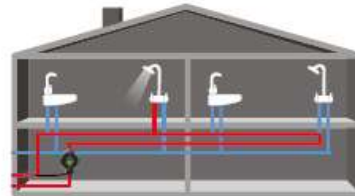
#### Mínimo gasto de agua

Cada año, una familia tipo de tres personas con un sistema convencional monotubo puede llegar a desperdiciar 16.000 litros de agua limpia a través del desagüe esperando a que salga agua caliente. COMFORT PM suministra agua caliente inmediatamente a toda la casa lo que elimina la costosa (y, a menudo, desesperante) espera hasta que se consigue calentar el agua (unos 60 seg. – o lo que es lo mismo, 0,15 l/seg desperdiciados).

Como resultado, menores costes y garantía total de confort, además de los beneficios para el medio ambiente que supone un gasto de agua mínimo.

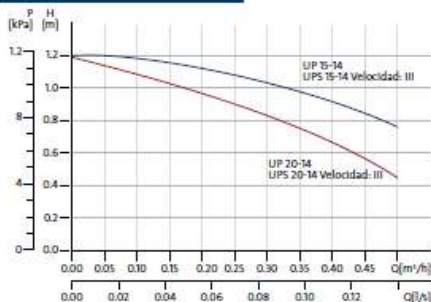
#### ¿Qué es una bomba COMFORT de recirculación de ACS?

Este tipo de bombas está diseñada para conducir el agua caliente sanitaria en un circuito doméstico dentro de un sistema de distribución de agua caliente. Para facilitar el proceso, es necesaria una tubería de retorno.



MODELOS		
PRODUCTO	MODELO	CÓDIGO
COMFORT 1 Velocidad	UP 15-14 B PM	97916771
	UPS 15-14 B PM	98492992
COMFORT con válvula anti-retorno	UP 20-14 BX PM	97916772
	UPS 20-14 BX PM	98492994
COMFORT AUTOADAPT	UP 15-14 BA PM	97916757
COMFORT AUTOADAPT con válvula anti-retorno	UP 20-14 BXA PM	97916749
Temporizador		98465219

#### CURVAS DE RENDIMIENTO



#### Temporizador opcional

La gama Grundfos COMFORT PM es compatible con un temporizador de 24 horas opcional con intervalos de 15 minutos. Este temporizador también puede utilizarse con bombas desde 230 V hasta 2500 W.



Ilustración 72. Características Bomba de Circulación

# ***ANEXO 3. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL SISTEMA DE APOYO***

---



## ÍNDICE

2.13	INTRODUCCIÓN.....	234
2.14	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	235
2.14.1	Valores Previos.....	235
2.14.2	Desarrollo del Estudio.....	237
2.14.3	Resultados.....	239
2.15	CONCLUSIONES.....	241



## 2.13 INTRODUCCIÓN

El presente estudio forma parte del apartado de selección del sistema de apoyo más adecuado para la instalación solar de la vivienda. Anteriormente, se ha hecho un estudio de selección por el método de las jerarquías analíticas donde únicamente se ha tenido en cuenta el precio de la caldera, así como sus características constructivas y técnicas.

El proceso de estudio que se realiza es el de comparación de la caldera de biomasa y de gasoil con la caldera seleccionada anteriormente, la caldera eléctrica. Se estudian parámetros fundamentalmente económicos donde, mediante estudios de viabilidad, se escoge, finalmente, el sistema de apoyo más adecuado para la presente instalación.

## 2.14 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

### 2.14.1 Valores Previos

Para el estudio de viabilidad económica se realiza un estudio comparativo entre las calderas, concretamente económico, comparando la caldera eléctrica con las otras dos calderas, la de biomasa y la de gasoil. Para ello, es necesario conocer una serie de parámetros, tanto individuales de cada caldera como globales de la vivienda.

Dentro del apartado de parámetros globales necesarios para la realización del estudio económico, como se observa en la *Tabla 64. Demanda Energética de ACS Anual*, la demanda anual de energía que necesita ser cubierta por parte del sistema de apoyo es de 1826.42 kWh/año. Por otro lado, al precio de cada caldera se le añade una mano de obra, la cual proporciona un 6% de valor añadido a la inversión.

Los parámetros de cada caldera que se tienen en cuenta para el desarrollo del presente estudio vienen mostrados a continuación:

- **Caldera Eléctrica**
  - El precio de mercado de esta caldera es de 1200,80 € más 181,00 € donde se incluyen los demás componentes necesarios para la instalación completa.
  - Según el Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el RITE, concretamente la IT 3.3 Programa de Mantenimiento Preventivo, el mantenimiento de los equipos de producción de ACS eléctrico es necesario realizarlo cada 4 años. El precio de este mantenimiento es aproximadamente 50 €.
  - El coste de la electricidad, según la web *tarifasgasluz.com*, es de aproximadamente 0.13 €/kWh.
  
- **Caldera Biomasa**
  - El precio de mercado de esta caldera es de 8100,00 € más 524,00 € donde se incluyen los demás componentes necesarios para la instalación completa.

- Según el Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el RITE, concretamente la IT 3.3 Programa de Mantenimiento Preventivo, el mantenimiento de los equipos de producción de ACS mediante combustibles es necesario realizarlo anualmente. El precio de este mantenimiento es aproximadamente 50 €.
  - El coste de la biomasa, según la web *energetica21.com*, es de aproximadamente 0.04 €/kWh.
- **Caldera Gasoil**
    - El precio de mercado de esta caldera es de 2000,37 € más 448,00 € donde se incluyen los demás componentes necesarios para la instalación completa.
    - Según el Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el RITE, concretamente la IT 3.3 Programa de Mantenimiento Preventivo, el mantenimiento de los equipos de producción de ACS mediante combustibles es necesario realizarlo anualmente. El precio de este mantenimiento es aproximadamente 50 €.
    - El coste de la biomasa, según la web *preciogas.com*, es de aproximadamente 0.09 €/kWh.

A continuación, se observa un resumen de los parámetros individuales y globales de las calderas sometidas a estudio:

Parámetros	Caldera Eléctrica	Caldera Biomasa	Caldera Gasoil
Precio Caldera sin Instalación (€)	1200.08	8100	2000.37
Precio de la Instalación (€)	181	524	448
Mano de Obra, 6% (€)	82.8648	517.44	146.9022
Inversión Inicial (€)	1463.9448	9141.44	2595.2722
Mantenimiento (€/año)	12.5	50	60
Coste del Producto (€/kWh)	0.13	0.04	0.09
Demanda de Energía Anual (kWh/año)	1826.42	1826.42	1826.42
Coste del Producto (€/año)	237.4346	73.0568	164.3778

*Tabla 85. Parámetros Económicos Individuales y Globales de las Calderas*

### 2.14.2 Desarrollo del Estudio

Para la obtención de una valoración final en la elección del sistema de apoyo, se calculan los 3 parámetros más característicos para el esclarecimiento del nivel de rentabilidad de cada caldera. Estos valores son los siguientes:

- **Valor Actual Neto (VAN):** Indica si la inversión realizada produce o no excedentes. Interesa que el valor del VAN sea mayor que 0, es decir, que el proyecto si que produce excedentes. Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$VAN = -I_o + \sum_{n=1}^N \frac{FC_n}{(1 + i_r)^n}$$

*Ecuación 44. Valor Actual Neto (VAN)*

Donde:

- $I_o$ : Inversión inicial real (€)
- $n$ : Horizonte (años)
- $i_r$ : Interés real (%)
- $FC$ : Factor de caja o "Cash Flow" (€)

Siendo:

$$i_r = \frac{i_n}{IPC}$$

*Ecuación 45. Interés Real*

Donde:

- $i_n$ : Interés nominal. (%). Se asume un valor de 2,10.
- $IPC$ : Índice de precios de consumo (%). Se asume un valor de 1,22.

## $FC: B_n + \text{Amortización}$

### *Ecuación 46. Factor de Caja*

Donde:

- B<sub>n</sub>: Beneficio neto (€). Es la diferencia de dinero que hay entre los ingresos obtenidos (ahorro en el coste anual de una caldera respecto de otra) y los gastos totales junto a la amortización. En el caso de una vivienda, el beneficio neto es el mismo que el beneficio bruto al no aplicar impuestos.
  - Amortización (€/año): Relación entre el dinero que inviertes con el tiempo que tardas en recuperarlo.
- **Tasa Interna de Rentabilidad, Retorno o Rendimiento (TIR)**: Indica el nivel de rentabilidad de un proyecto. Interesa aquellos proyectos cuyo TIR sea superior al interés nominal del dinero en el mercado de capitales. Se obtiene despejando el interés real de la *Ecuación 44. Valor Actual Neto (VAN)* igualada a 0. Es decir, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$0 = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{FC_n}{(1 + i_r)^n}$$

### *Ecuación 47. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)*

- **Periodo de Retorno (PR)**: Indica el tiempo que se tarda en recuperar la inversión realizada. Interesa que el PR sea lo mínimo posible. El PR se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{I_0}{FC_{\text{promedio anual}}}$$

### *Ecuación 48. Periodo de Retorno*

### 2.14.3 Resultados

- **Caldera Biomasa vs Caldera Eléctrica**

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos de los parámetros previos necesarios para el cálculo final:

Año	Ingresos	Gastos	Amortización	Beneficio Bruto Bb= I - G - A	Beneficio Neto Bn = Bb - Impuestos	FC = Bn + Amortización	FC/(1 + ir) <sup>n</sup>
1	164.37	37.50	767.75	-640.88	-640.88	126.87	124.72
2	166.21	37.96	777.12	-648.86	-648.86	128.25	123.95
3	168.07	38.42	786.60	-656.94	-656.94	129.65	123.18
4	169.95	38.89	796.19	-665.13	-665.13	131.07	122.42
5	171.86	39.36	805.91	-673.41	-673.41	132.49	121.66
6	173.78	39.84	815.74	-681.80	-681.80	133.94	120.90
7	175.73	40.33	825.69	-690.29	-690.29	135.40	120.15
8	177.70	40.82	835.76	-698.89	-698.89	136.88	119.41
9	179.69	41.32	845.96	-707.59	-707.59	138.37	118.67
10	181.70	41.82	856.28	-716.40	-716.40	139.88	117.93
						<b>133.28</b>	<b>1212.99</b>

Tabla 86. Resultados Viabilidad Económica Caldera de Biomasa

Con los datos de la tabla anterior, se obtienen los siguientes resultados finales:

PR (años)	<b>57.60</b>
VAN (€)	<b>-6464.50</b>
TIR (%)	<b>-24.56%</b>

Tabla 87. Valores Finales Viabilidad Económica Caldera Biomasa

Como se puede observar en la anterior tabla, el PR es muy amplio, por lo que no sería interesante utilizar la caldera de biomasa como sistema de apoyo. Por otro lado, para que la instalación produzca excedentes el VAN debe ser mayor que 0, por lo que se el valor de -6464,50 € está muy lejos de producirlos. Por último, el TIR es muy inferior al interés nominal (2,10%), es decir, que no es para nada rentable la instalación de este tipo de caldera.



- **Caldera Gasoil vs Caldera Eléctrica**

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos de los parámetros previos necesarios para el cálculo final:

Año	Ingresos	Gastos	Amortización	Beneficio Bruto Bb= I - G - A	Bn = Bb - Impuestos	FC = Bn + Amortización	$FC/(1 + ir)^n$
1	237.43	47.50	113.13	76.79	76.79	189.93	186.71
2	240.32	48.08	114.51	77.73	77.73	192.24	185.79
3	243.26	48.67	115.91	78.68	78.68	194.59	184.88
4	246.22	49.26	117.32	79.64	79.64	196.96	183.97
5	249.23	49.86	118.75	80.61	80.61	199.37	183.06
6	252.27	50.47	120.20	81.59	81.59	201.80	182.16
7	255.35	51.08	121.67	82.59	82.59	204.26	181.26
8	258.46	51.71	123.15	83.60	83.60	206.75	180.37
9	261.61	52.34	124.66	84.62	84.62	209.27	179.48
10	264.81	52.98	126.18	85.65	85.65	211.83	178.59
						<b>200.70</b>	<b>1826.26</b>

*Tabla 88. Resultados Viabilidad Económica Gasoil*

Con los datos de la tabla anterior, se obtienen los siguientes resultados finales:

PR (años)	<b>5.64</b>
VAN (€)	<b>694.94</b>
TIR (%)	<b>9.90%</b>

*Tabla 89. Valores Finales Viabilidad Económica Gasoil*

Como se puede observar en la anterior tabla, el PR es bastante aceptable ya que aproximadamente 6 años para recuperar la inversión no es un valor negativo. En cuanto al VAN, se observa que con un valor de 694.94 € la instalación del sistema de apoyo con caldera de gasoil produce excedentes, por lo que es un aspecto positivo. Por último, el valor del TIR de 9,90% es mayor al interés nominal de la instalación (2,10%) lo que quiere decir que la instalación de la caldera de gasoil es rentable.

## 2.15 CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados finales, se puede observar como la caldera de biomasa no es rentable para el caso de la vivienda debido a que ninguno de los valores calculados lo respalda. Hay que realizar una inversión muy grande para tan reducido beneficio respecto a las demás. Es verdad que es un método de producción ecológico, pero al utilizarse energía solar térmica como método de producción de ACS y calefacción se cubre perfectamente ese punto de utilización de energías renovables, por lo que puedo concluir que la caldera de biomasa queda completamente descartada.

Por otro lado, la caldera de gasoil presenta valores muy positivos respecto a los valores de la caldera eléctrica. Se observa un PR relativamente bueno de aproximadamente 6 años en recuperar la inversión realizada. Según la web *clickgasoil.com*, una caldera de gasoil tiene una vida útil de 10 años, o incluso 15 en algunas ocasiones, por lo que recuperar la inversión en un 45-50% de la vida útil de la caldera es un punto muy positivo. Como se ha podido observar en puntos anteriores, la caldera eléctrica tiene una etiqueta ecológica B mientras que la caldera de gasoil tiene una etiqueta ecológica D, luego ecológicamente hablando el sistema de gasoil estaría por encima del sistema eléctrico.

Con todos los datos obtenidos, así como con las posteriores justificaciones, propongo el sistema de gasoil como sistema de apoyo en la producción de energía de la vivienda sometida a estudio en el presente proyecto.

# ***ANEXO 4. ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA***

---

## ÍNDICE

2.16	TIPO DE EDIFICIO O PARTE DEL EDIFICIO QUE SE CERTIFICA .....	245
2.17	PROCEDIMIENTO RECONOCIDO DE CALIFICACIÓN .....	245
2.18	CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO .....	245
2.18.1	Superficie, Imagen y Situación .....	245
2.18.2	Envolvente Térmica.....	246
2.18.2.1	Cerramientos Opacos .....	246
2.18.2.2	Huecos y Lucernarios.....	247
2.18.3	Instalaciones Térmicas .....	248
2.18.3.1	Generadores de Calefacción .....	248
2.18.3.2	Generadores de Refrigeración .....	248
2.18.3.3	Instalaciones de ACS.....	248
2.19	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA .....	249



## 2.16 TIPO DE EDIFICIO O PARTE DEL EDIFICIO QUE SE CERTIFICA

Se trata de una vivienda unifamiliar de una sola planta ya existente situada en Benicasim, Castellón de la Plana.

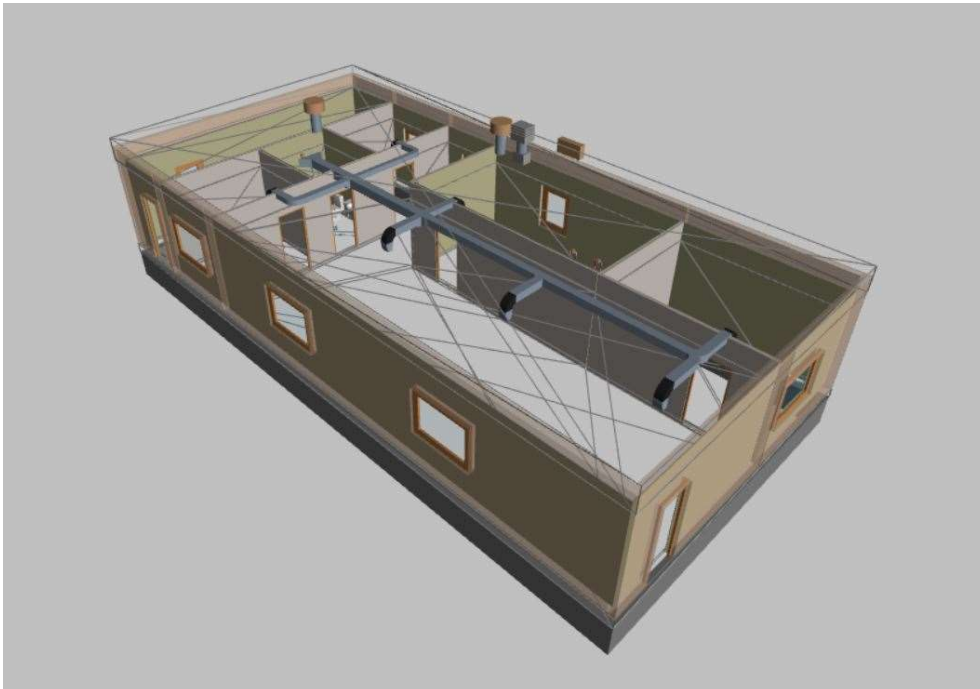
## 2.17 PROCEDIMIENTO RECONOCIDO DE CALIFICACIÓN

El software que se utiliza para la presente certificación energética es el LÍDER-CALENER (HULC). La versión utilizada es HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.1960.1156, de fecha 29 de enero, 2020.

## 2.18 CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

### 2.18.1 Superficie, Imagen y Situación

La superficie habitable de la vivienda es de 130,60 m<sup>2</sup>. A continuación, se muestra una imagen sacada el software CYPE, donde se puede observar la vivienda en cuestión:



*Ilustración 73. Imagen de la Vivienda, CYPE*



*Ilustración 74. Plano de Situación de la Vivienda*

## **2.18.2 Envoltente Térmica**

Las características de la envoltente térmica de la vivienda se obtienen mediante el software LIDER-CALENER (HULC). Estas características vienen definidas por las propiedades insertadas en el software CALENER VYP, el cual permite insertar la vivienda sometida a estudio y exportar sus datos a otros softwares para su posterior cálculo de certificación energética.

### **2.18.2.1 Cerramientos Opacos**

A continuación, se adjunta una ilustración extraída del HULC donde se observan todas las características de cada parte de la vivienda separada por recintos.

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Modo de obtención
P01_E01_PE001	Muro Exterior	5,76	0,25	Usuario
P01_E01_PI001	Cubierta	8,22	0,42	Usuario
P01_E01_FTER001	Suelo	8,22	0,86	Usuario
P01_E02_PE002	Muro Exterior	5,76	0,25	Usuario
P01_E02_PI001	Cubierta	7,50	0,42	Usuario
P01_E02_FTER002	Suelo	7,50	0,86	Usuario
P01_E03_PI001	Cubierta	5,66	0,42	Usuario
P01_E03_FTER003	Suelo	5,66	0,87	Usuario
P01_E04_PE001	Muro Exterior	23,97	0,25	Usuario
P01_E04_PE002	Muro Exterior	6,60	0,25	Usuario
P01_E04_PE003	Muro Exterior	4,94	0,25	Usuario
P01_E04_FTER004	Suelo	18,38	1,68	Usuario
P01_E05_PE001	Muro Exterior	13,26	0,25	Usuario
P01_E05_PE002	Muro Exterior	8,64	0,25	Usuario
P01_E05_PI001	Cubierta	15,56	0,42	Usuario
P01_E05_FTER005	Suelo	15,56	0,87	Usuario
P01_E06_PE001	Muro Exterior	17,37	0,25	Usuario
P01_E06_PI001	Cubierta	21,65	0,42	Usuario
P01_E06_FTER001	Suelo	21,65	0,87	Usuario
P01_E07_PE001	Muro Exterior	12,83	0,25	Usuario
P01_E07_PE002	Muro Exterior	4,53	0,25	Usuario
P01_E07_PE003	Muro Exterior	33,48	0,25	Usuario
P01_E07_PI001	Cubierta	66,67	0,42	Usuario
P01_E07_FTER002	Suelo	66,67	0,86	Usuario

*Ilustración 75. Envoltente Térmica, LIDER-CALENER (HULC)*

### 2.18.2.2 Huecos y Lucernarios

A continuación, se adjunta una tabla donde se muestran las características de los huecos de la vivienda:

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> ·K)	Factor Solar	Modo de Obtención
Puerta 1	Hueco	1.67	1.79	0.06	Usuario
Puerta 2	Hueco	1.67	1.79	0.06	Usuario
Ventana 1	Hueco	1.92	2.86	0.77	Usuario
Ventana 2	Hueco	1.92	2.86	0.77	Usuario
Ventana 3	Hueco	1.92	2.86	0.77	Usuario
Ventana 4	Hueco	1.92	2.86	0.77	Usuario
Ventana 5	Hueco	1.92	2.86	0.77	Usuario
Ventana 6	Hueco	1.08	2.65	0.77	Usuario
Ventana 7	Hueco	1.08	2.65	0.77	Usuario
Ventana 8	Hueco	1.3	3.3	0.77	Usuario

*Tabla 90. Huecos y Lucernarios, LIDER-CALENER (HULC)*



## 2.18.3 Instalaciones Térmicas

### 2.18.3.1 Generadores de Calefacción

Las características del generador de calefacción de la vivienda se muestran en la siguiente tabla:

Nombre	Tipo	Potencia Nominal de Calefacción (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de Obtención
Genia Air 8	Bomba de Calor	7.7	17.00	Eléctrica	Usuario

Tabla 91. Generador de Calefacción

### 2.18.3.2 Generadores de Refrigeración

Las características del generador de refrigeración de la vivienda se muestran en la siguiente tabla:

Nombre	Tipo	Potencia Nominal de refrigeración (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de Obtención
Genia Air 8	Bomba de Calor	7.6	109.00	Eléctrica	Usuario

Tabla 92. Generador de Refrigeración

### 2.18.3.3 Instalaciones de ACS

La demanda de ACS que tiene que ser cubierta por la instalación, a 60 °C, es de 112 l/día. A continuación, se muestran las características del sistema de apoyo que se utiliza:

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de Obtención
ATLAS eco 30 K 10 Unit	Caldera de Combustible	25	93.93	Gasóleo	Usuario


Tabla 93. Sistema de Apoyo

## 2.19 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

#### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES


INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
 7,29 B	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	B	Emisiones ACS (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	B
	3,21		2,18	
Emisiones globales (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año) <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	A	Emisiones iluminación (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	-
	1,90		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	2,52	315,21
Emisiones CO <sub>2</sub> por combustibles fósiles	4,89	612,46



#### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
 35,35 B	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)	B	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m <sup>2</sup> año)	B
	15,87		8,27	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m <sup>2</sup> año) <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> año)	B	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m <sup>2</sup> año)	-
	11,20		0,00	

#### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
 10,69 B	 13,12 B
Demanda de calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)	Demanda de refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> año)

<sup>1</sup>El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Ilustración 76. Calificación Energética de la Vivienda

# ***PLIEGO DE CONDICIONES***

---

## ÍNDICE

3.1	CONDICIONES GENERALES .....	253
3.1.1	Objeto .....	253
3.1.2	Documentos del Proyecto .....	253
3.1.3	Condiciones Facultativas .....	253
3.1.4	Accidentes en el Lugar de Trabajo .....	254
3.1.5	Normativa Aplicable .....	254
3.2	CONDICIONES PARTICULARES .....	255
3.2.1	Softwares Utilizados .....	255
3.3	CONDICIONES DE SUMINISTRO .....	256
3.3.1	Materiales .....	256
3.3.2	Equipos y Componentes .....	256
3.3.2.1	Instalación de Climatización .....	256
3.3.2.2	Instalación Solar Térmica .....	257
3.3.2.3	Instalación de Suministro de Agua .....	257
3.4	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD .....	258
3.4.1	Mantenimiento de la Instalación .....	258



## **3.1 CONDICIONES GENERALES**

### **3.1.1 Objeto**

La finalidad del presente Pliego de Condiciones es la de fijar los criterios mínimos para la correcta ejecución de la instalación para calefacción y producción de ACS en una vivienda unifamiliar mediante energía solar térmica con caldera eléctrica, gasoil y biomasa.

El presente documento establece criterios de relación entre la empresa contratada y la persona encargada de desarrollar el proyecto.

### **3.1.2 Documentos del Proyecto**

Los documentos que definen el proyecto fijando diversas especificaciones son los siguientes:

- Memoria
- Anexos
- Planos
- Pliego de Condiciones
- Mediciones y Presupuesto

Frente a posibles problemas o discrepancias durante el desarrollo del presente proyecto o después de la ejecución de este, se debe consultar en los diferentes documentos siguiendo un orden de prioridad. Estos son:

- 1) Pliego de Condiciones y Planos (Documentos vinculantes)
- 2) Mediciones y Presupuesto
- 3) Memoria

### **3.1.3 Condiciones Facultativas**

En la obtención final de este Trabajo de Fin de Grado intervienen varias personas físicas o jurídicas como son el proyectista, quién es el autor del presente TFG y cuya función es la gestión y desarrollo del proyecto, y el promotor, quién es la Universidad Jaume I y adquiere los derechos y servicios del presente proyecto.

### 3.1.4 Accidentes en el Lugar de Trabajo

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, concretamente el Artículo 18 Información, Consulta y Participación de los Trabajadores, apartado 1, se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud dentro de las instalaciones de la empresa y en horario laboral.

### 3.1.5 Normativa Aplicable

- Código Técnico de la EDIFICACIÓN (CTE), (Real Decreto 314/2006).
  - Documento Básico SI: Seguridad en Caso de Incendio.
    - Sección SI 3: Evacuación de Ocupantes.
  - Documento Básico HE: Ahorro de Energía.
    - Sección HE 0: Limitación del Consumo Energético.
    - Sección HE 1: Limitación de Demanda Energética.
    - Sección HE 4: Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.
  - Documento Básico HS: Salubridad
    - Sección HS 3: Calidad del Aire Interior.
    - Sección HS 4: Suministro de Agua.
  - Documento Básico HR: Protección contra el Ruido.
    - Sección HR 3.3: Ruido y Vibraciones de las Instalaciones.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) Y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). (Real Decreto (1027/2007)).
- Modificaciones y correcciones de errores de RITE aprobadas hasta la publicación del Real Decreto RD 56/2016.
- Normas UNE incluidas en el RITE.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- Norma UNE 100030:2005N Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de la legionela en instalaciones.

## 3.2 CONDICIONES PARTICULARES

### 3.2.1 Softwares Utilizados

El software utilizado principalmente en el desarrollo de los cálculos justificativos y otros apartados del proyecto es el programa CYPE Ingenieros S.A., Software para la Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Concretamente, las extensiones utilizadas son las siguientes:

- CYPECAD MEP 2020<sup>a</sup>, Software para el Diseño y Dimensionado de la Envolvente, la Distribución y las Instalaciones del Edificio sobre un Modelo 3D Integrado con los Distintos Elementos del Edificio.

El software utilizado para el desarrollo de los planos es el programa Autodesk AutoCAD 2020 Versión Estudiante.

Para el desarrollo del estudio de eficiencia energética de la vivienda, se ha utilizado el LÍDER-CALENER (HULC), Software que facilita la verificación del CTE DB-HE 2019 y emite un informe para la Certificación energética de edificios.



### 3.3 CONDICIONES DE SUMINISTRO

#### 3.3.1 Materiales

Según el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el RITE, concretamente el Capítulo III, Artículo 18 Condiciones de los Equipos y Materiales, las condiciones de los materiales deben cumplir todas las normas vigentes y de aplicación, debiendo portar el marcado CE de conformidad con la norma vigente, siempre que se haya establecido su entrada en vigor. Todos los productos deberán cumplir los requisitos establecidos en las medidas de ejecución que les resulten de aplicación de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea.

#### 3.3.2 Equipos y Componentes

A continuación, se recogen las referencias comerciales y los proveedores para la adquisición de los componentes del presente proyecto.

##### 3.3.2.1 Instalación de Climatización

Componente	Modelo	Referencia	Proveedor
Bomba de calor	Genia Air 8	10023075	Saunier Duval
Fancoil	SD 4-090 ND	10022133	Saunier Duval
Rejilla de retorno	20-45-H	-	Koolair
Rejilla de impulsión	20-SH	-	Koolair

*Tabla 94. Elementos que Constituyen la Instalación de Climatización*

### 3.3.2.2 Instalación Solar Térmica

Componente	Modelo	Referencia	Proveedor
Captador solar	OP-V210	01010120/100406	Ibersolar
Depósito de acumulación	Interacumulador con serpentín 200l	01040211/100885	Ibersolar
Bomba de circulación	Comfort PM	98492002	Grundfos
Vaso de expansión	8l	01130100/101368	Ibersolar
Fluido caloportador	Tyfocool L 40%	01100200/101205	Ibersolar
Sistema de control	SERI 800	01050100/102012	Ibersolar
Caldera eléctrica	Mattira Combi CMX 15i de 10 kW	-	Gabarrón
Caldera biomasa	Pellet 10	-	Herz Termosun
Caldera gasoil	ATLAS eco 30K 100 UNIT	0LHU3ZWA	Ferrolí

*Tabla 95. Elementos que Constituyen la Instalación Solar Térmica*

### 3.3.2.3 Instalación de Suministro de Agua

Componente	Modelo	Referencia	Proveedor
Bomba de circulación	Comfort PM	98492002	Grundfos

*Tabla 96. Elementos que Constituyen la Instalación de Suministro de Agua*

## **3.4 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD**

### **3.4.1 Mantenimiento de la Instalación**

Según el Real Decreto 1027/2007, de 20 de junio Según el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el RITE, concretamente el Capítulo VI, Artículo 26 Mantenimiento de las Instalaciones, las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizarán por empresas mantenedoras habilitadas. La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente con las exigencias de este RITE.

El mantenimiento de las instalaciones sujetas a este RITE será realizado de acuerdo con lo establecido en la IT 3 Mantenimiento y Uso.

En el caso de las instalaciones solares térmicas la clasificación en los apartados anteriores nombrados en el Artículo 25, será la que corresponda a la potencia térmica nominal en generación de calor o frío del equipo de energía de apoyo.

El titular de la instalación podrá realizar con personal de su plantilla el mantenimiento de sus propias instalaciones térmicas, siempre y cuando, presente ante el órgano competente de la comunidad autónoma una declaración responsable de cumplimiento de los requisitos exigidos en el Artículo 37 Requisitos para el Ejercicio de la Actividad, para el ejercicio de la actividad de mantenimiento.

# ***MEDICIONES Y PRESUPUESTO***

---

## ÍNDICE

4.1	PRESUPUESTO PARCIAL .....	262
4.1.1	Carpintería, Cerrajería, Vidrios y Protecciones Solares .....	262
4.1.2	Remates y Ayudas .....	265
4.1.3	Instalaciones.....	266
4.1.4	Aislamientos e Impermeabilizaciones .....	276
4.2	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL (PEM).....	278
4.3	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC).....	278
4.4	PRESUPUESTO TOTAL.....	279



## 4.1 PRESUPUESTO PARCIAL

### 4.1.1 Carpintería, Cerrajería, Vidrios y Protecciones Solares

Presupuesto Parcial N°1 Carpintería, Cerrajería, Vidrios y Protecciones Solares				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<p>A) Descripción: Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 900x1200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: <math>U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>E) Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.</p>	Ud	2	238.61	<b>477.22</b>
<p>A) Descripción: Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1000x1300 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado en las dos caras, color a elegir, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: <math>U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades</p>	Ud	1	326.27	<b>325.27</b>

previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

E) Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

A) Descripción: Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1600x1200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. B) Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

E) Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Ud	5	310.78	<b>1553.9</b>
----	---	--------	---------------

A) Descripción: Puerta interior de entrada a la vivienda de 203x82,5x4,5 cm, hoja tipo castellana, con cuarterones, con tablero de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; precerco de pino país de 130x40 mm; galces macizos de pino melis de 130x20 mm; tapajuntas macizos de pino melis de 70x15 mm en ambas caras. Incluso herrajes de colgar, cierre y manivela sobre escudo largo de hierro forjado, serie básica, ajuste de la hoja, fijación de los herrajes y ajuste final. Totalmente montada y probada. B) Incluye: Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Realización de pruebas de servicio.

C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Ud	1	416.89	<b>416.89</b>
----	---	--------	---------------



<p>A) Descripción: Puerta interior de entrada a la vivienda de 203x82,5x4,5 cm, hoja de tablero aglomerado, chapado con sapeli, barnizada en taller; precerco de pino país de 130x40 mm; galces de MDF rechapado de sapeli de 130x20 mm; tapajuntas de MDF rechapado de sapeli de 70x10 mm en ambas caras. Incluso herrajes de colgar, cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica, ajuste de la hoja, fijación de los herrajes y ajuste final. Totalmente montada y probada. B) Incluye: Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	263.89	<b>263.89</b>
<p>A) Descripción: Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, barnizada en taller, con plafones de forma recta; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de pino país de 70x10 mm en ambas caras. Incluso bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica. B) Incluye: Presentación de la puerta. Colocación de los herrajes de colgar. Colocación de la hoja. Colocación de los herrajes de cierre. Colocación de accesorios. Ajuste final. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	5	230.68	<b>1153.4</b>
<p>A) Descripción: Doble acristalamiento Guardian Select "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor; 14 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte. B) Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. C) Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.</p>	m <sup>2</sup>	10.14	38.65	<b>391.911</b>

*Presupuesto Parcial Nº1 Carpintería, Cerrajería, Vidrios y Protecciones Solares:*  
**4582.4810 €**

#### 4.1.2 Remates y Ayudas

Presupuesto Parcial Nº2 Remates y Ayudas				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<p>A) Descripción: Repercusión por m<sup>2</sup> de superficie construida de obra, de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de fontanería formada por: acometida, tubo de alimentación, contador individual, grupo de presión, depósito, montantes, instalación interior, cualquier otro elemento componente de la instalación, accesorios y piezas especiales, con un grado de complejidad medio, en edificio de vivienda unifamiliar. Incluso material auxiliar para la correcta ejecución de los trabajos.</p> <p>B) Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, falsos techos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasamuros. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones. C) Criterio de medición de proyecto: Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m <sup>2</sup>	130.52	5.29	<b>690.4508</b>

*Presupuesto Parcial Nº2 Remates y Ayudas: 690.4508 €*

### 4.1.3 Instalaciones

Presupuesto Parcial N°3 Instalaciones				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<p>A) Descripción: Acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 2,13 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadrado colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales, demolición y levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I, y conexión a la red. Sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo y trazado de la acometida, coordinado con el resto de las instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Rotura del pavimento con compresor. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de la tubería. Montaje de la llave de corte. Colocación de la tapa. Ejecución del relleno envolvente. Empalme de la acometida con la red general del municipio. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	252.39	<b>252.39</b>
<p>A) Descripción: Alimentación de agua potable de 11,41 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales, protección de la tubería metálica con cinta anticorrosiva y demás material auxiliar. Sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo y trazado. Eliminación de</p>	Ud	1	237.47	<b>237.47</b>

las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de la cinta anticorrosiva en la tubería. Colocación de la tubería. Ejecución del relleno envolvente. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

A) Descripción: Arqueta de paso prefabricada de polipropileno, de sección rectangular de 51x37 cm en la base y 30 cm de altura, con tapa de 38x25 cm sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/l de 15 cm de espesor. Incluso conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós. B) Incluye: Replanteo de la arqueta. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Formación de agujeros para el paso de los tubos. Colocación de la tapa y los accesorios. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Ud	1	39.41	<b>39.41</b>
----	---	-------	--------------

A) Descripción: Preinstalación de contador general de agua 1 1/4" DN 32 mm, colocado en hornacina, conectado al ramal de acometida y al tubo de alimentación, formada por llave de corte general de compuerta de latón fundido; grifo de comprobación; filtro retenedor de residuos; válvula de retención de latón y llave de salida de compuerta de latón fundido. Incluso marco y tapa de fundición dúctil para registro y demás material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de accesorios y piezas especiales. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. E) Criterio de valoración económica: El precio no incluye el contador.

Ud	1	112.98	<b>112.98</b>
----	---	--------	---------------

A) Descripción: Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 16 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,8 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

m	40.55	2.8	<b>113.54</b>
---	-------	-----	---------------

<p>A) Descripción: Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 20 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,9 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m	23.24	3.67	<b>85.2908</b>
<p>A) Descripción: Válvula de asiento de latón, de 3/4" de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto</p>	Ud	2	17.37	<b>34.74</b>
<p>A) Descripción: Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. B) Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m	1.79	6.15	<b>11.0085</b>
<p>A) Descripción: Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 40 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. B) Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m	9.68	7.2	<b>69.696</b>

<p>A) Descripción: Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. B) Incluye: Replanteo del recorrido de la tubería y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m	3.85	18.3	<b>70.455</b>
<p>A) Descripción: Suministro y colocación de aireador de paso, de aluminio, caudal máximo 15 l/s, de 725x20x82 mm, con silenciador acústico de espuma de resina de melamina y aislamiento acústico de 34 dBA. Incluso elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del aireador entre el marco y la batiente de la puerta interior. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	33.52	<b>33.52</b>
<p>A) Descripción: Suministro y montaje de aireador de admisión graduable, de aluminio lacado en color a elegir de la carta RAL, caudal máximo 10 l/s, de 1200x80x12 mm, con abertura de 800x12 mm, aislamiento acústico de 39 dBA y filtro antipolución. Incluso elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo. Montaje. Colocación y fijación del aireador encima de la carpintería C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	5	52.12	<b>260.6</b>
<p>A) Descripción: Suministro y montaje de boca de extracción, autorregulable, caudal máximo 21 l/s, aislamiento acústico de 39,8 dBA formada por rejilla color blanco, cuerpo de plástico color blanco de 150x33x150 mm con cuello de conexión de 125 mm de diámetro, junta de caucho y regulador de plástico con membrana de silicona y muelle de recuperación. Incluso elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo. Montaje. Colocación y fijación del elemento al conducto de extracción. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	23.84	<b>23.84</b>

<p>A) Descripción: Suministro y montaje de boca de extracción, autorregulable, caudal máximo 25 l/s, aislamiento acústico de 56 dBA formada por rejilla, cuerpo de plástico color blanco de 170 mm de diámetro exterior con cuello de conexión de 125 mm de diámetro y regulador de plástico. Incluso elementos de fijación B) Incluye: Replanteo. Montaje. Colocación y fijación del elemento al conducto de extracción. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	17.47	<b>17.47</b>
<p>A) Descripción: Suministro e instalación de campana extractora decorativa, modelo Box-600 "S&amp;P", acabado inox, de 120 mm de diámetro de salida, 525 m³/h de caudal máximo, con chimenea telescópica, selector de velocidad frontal tipo pulsador, dos lámparas de 40 W, filtros metálicos y compuerta antirretorno, con tramo de conexión de tubo flexible de aluminio a conducto de extracción para salida de humos. Incluso elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo mediante plantilla. Colocación y fijación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	551.09	<b>551.09</b>
<p>A) Descripción: Suministro y montaje en el extremo exterior del conducto de extracción (boca de expulsión) de aspirador giratorio con sombrero dinámico, de aluminio (Dureza H-24), para conducto de salida de 250 mm de diámetro exterior, para ventilación de cocinas. Incluso elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo. Montaje. Colocación y fijación. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	181.64	<b>181.64</b>
<p>A) Descripción: Suministro e instalación en el extremo exterior del conducto de extracción (boca de expulsión) de ventilador helicoidal para tejado, con hélice de plástico reforzada con fibra de vidrio, cuerpo y sombrerete de aluminio, base de acero galvanizado y motor para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase F, grado de protección IP65, de 835 r.p.m., potencia absorbida 0,22 kW, caudal máximo 3900 m³/h, nivel de presión sonora 52 dBA, con malla de protección contra la entrada de hojas y pájaros, para conducto de extracción de 450 mm de diámetro. Incluso accesorios y elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	1082.49	<b>1082.49</b>



<p>A) Descripción: Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal, de 100 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor, colocado en posición vertical. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. B) Incluye: Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud proyectada, según documentación gráfica de Proyecto, medida entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, sin descontar las piezas especiales. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. E) Criterio de valoración económica: El precio no incluye las compuertas de regulación, las compuertas cortafuego, las rejillas ni los difusores.</p>	m	1.28	9.06	<b>11.5968</b>
<p>A) Descripción: Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero galvanizado de pared simple helicoidal, de 135 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor, colocado en posición vertical. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. B) Incluye: Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud proyectada, según documentación gráfica de Proyecto, medida entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, sin descontar las piezas especiales. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. E) Criterio de valoración económica: El precio no incluye las compuertas de regulación, las compuertas cortafuego, las rejillas ni los difusores.</p>	m	0.64	12.3	<b>7.872</b>
<p>A) Descripción: Tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m	16.92	22.23	<b>376.1316</b>



<p>A) Descripción: Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polibutileno (PB), para unión con anillo de retención, de 22 mm de diámetro exterior, PN=20 atm (serie 4) y 2,0 mm de espesor, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m	3.73	17.35	<b>64.7155</b>
<p>A) Descripción: Kit solar para conexión de calentador de agua a gas a interacumulador de A.C.S. solar, compuesto por juego de válvulas termostáticas (desviadora y mezcladora), soporte para fijación a la pared y juego de latiguillos flexibles. Incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo. Colocación de la válvula. Conexión de la válvula a los tubos. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	207.53	<b>207.53</b>
<p>A) Descripción: Fancoil horizontal, de techo con distribución por conducto rectangular, modelo 4-020 ND "SAUNIER DUVAL", potencia frigorífica a velocidad máxima 2,35 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C; temperatura de entrada del agua 7°C, salto térmico 5°C), potencia calorífica a velocidad máxima 2,68 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C; temperatura de entrada del agua 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua en refrigeración 1,75 m³/h, caudal de aire a velocidad máxima 411 m³/h, dimensiones 741x241x522 mm, peso 16,7 kg, con válvula de 3 vías, con mando a distancia digital Honeywell, por cable. Incluso elementos para suspensión del techo. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p>	Ud	1	477.25	<b>477.25</b>
<p>A) Descripción: Bomba de calor Saunier Duval Pack Genia Air 8 0010030589 MiPro inalámbrico, compacta para calefacción, ACS y refrigeración, con potencia 7,7 kW, COP 4,6 y EER 3,6, depósito de 200 lt y Eficiencia energética A++.</p>	Ud	1	4188.1	<b>4188.1</b>

<p>A) Descripción: Conducto rectangular para la distribución de aire climatizado formado por panel rígido de alta densidad de lana de vidrio según UNE-EN 13162, revestido por sus dos caras, la exterior con un complejo de aluminio visto + malla de fibra de vidrio + kraft y la interior con un velo de vidrio, de 25 mm de espesor, resistencia térmica 0,75 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK). Incluso codos, derivaciones, embocaduras, soportes metálicos galvanizados, elementos de fijación, sellado de tramos y uniones con cinta autoadhesiva de aluminio, accesorios de montaje y piezas especiales. B) Incluye: Replanteo del recorrido de los conductos. Marcado y posterior anclaje de los soportes de los conductos. Montaje y fijación de conductos. Sellado de las uniones. Comprobación de su correcto funcionamiento. Limpieza final. C) Criterio de medición de proyecto: Superficie proyectada, según documentación gráfica de Proyecto, calculada como producto del perímetro exterior por la longitud del tramo, medida entre los ejes de los elementos o de los puntos a conectar, sin descontar las piezas especiales. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto</p>	m2	24.95	35.73	<b>891.4635</b>
<p>A) Descripción: Rejilla de simple deflexión, marca KOOLAIR, modelo 20-SH/21-SH, de dimensiones L x H, para impulsión de aire con aletas horizontales orientables individualmente. Acabado en aluminio anodizado o pintado en RAL a definir.</p>	Ud	7	31.87	<b>223.09</b>
<p>A) Descripción: Rejilla de retorno por plenum, marca KOOLAIR, modelo 20-45-H, de dimensiones LxH, para retorno de aire, con aletas horizontales fijas a 45°. Acabado en aluminio anodizado o pintado en RAL a definir.</p>	Ud	6	56.34	<b>338.04</b>
<p>) Descripción: Punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, válvulas de corte, filtro retenedor de residuos, contador de agua y válvula de retención. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	96.08	<b>96.08</b>

<p>A) Descripción: Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH), de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	m	18.59	23.83	<b>442.9997</b>
<p>A) Descripción: Punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH), de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente y válvula de corte. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio. C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Ud	1	26.51	<b>26.51</b>
<p>A) Descripción: Regulador térmico de la casa Ibersolar, modelo SERI 800. El sistema de regulación SERI 800 está pensado para instalaciones solares térmicas en viviendas unifamiliares e instalaciones mul-tivivienda de pequeño-medio tamaño. Ofrece 12 posibles esquemas de aplicación. El regulador cubre gran parte de las funciones de control del circuito primario de instalaciones de agua caliente sanitaria, calefacción y piscina. Presenta funciones de seguridad, como protección contra sobrecalentamiento, anti-hielo, anti-legionella, aeroter-mo y control de 2 campos solares. La aplicación se protege automáticamente por un código, de manera que el usuario final sólo puede variar los valores de confort.</p>	Ud	1	380	<b>380</b>
<p>A) Descripción: Captador plano vertical OP-V210 con un absorbedor de aluminio con recubrimiento de pintura negra con tubos verticales de cobre en disposición de parrilla, unidos al absorbedor con soldadura láser. Se ofrece con un área de 2.09 m2 de superficie. Están disponibles para sistemas de circulación natural y forzada. B) Información Técnica de Producto: • Material del absorbedor: láminas de aluminio y tubo de cobre. • Tratamiento de la superficie del absorbedor: pintura negra. • Material de sellado: EPDM y silicona. • Material de la carcasa (marco y cubierta trasera):</p>	Ud	1	495	<b>495</b>

aluminio. • Material de aislamiento: lana de roca de 40 kg/m <sup>3</sup> , con espesor de 40 mm. • Garantía: 10 años				
A) Descripción: Acumulador mural de ACS de la casa Ibersolar con un serpentín apropiado para aplicaciones en viviendas unifamiliares y en instalaciones de ACS con acumulación distribuida. Volumen de 200 litros en disposición vertical. Entradas colocadas en el lado derecho de forma estándar.	Ud	1	399.06	<b>399.06</b>
A) Descripción: Bomba de circulación de la casa Grundfos, modelo COMFORT PM, diseñada para conducir el ACS en un circuito doméstico dentro de un sistema de distribución de agua caliente. Cuerpo de la bomba en latón, carcasa de aislamiento, versión UPS con 3 velocidades, conector alpha para conexiones sencillas. Potencia nominal 2,5 kW.	Ud	2	122.48	<b>244.96</b>
A) Descripción: Vaso de Expansión de la casa Ibersolar con membrana resistentes a altas temperaturas recomendado para sistema solares. Tiene como función absorber las dilataciones del fluido caloportador en caso de aumentar la temperatura del circuito primario. Modelo de 8 l, con una presión máxima de 10 bar y una presión de precarga de 2,5 bar.	Ud	1	82.14	<b>82.14</b>
A) Descripción: Fluido de la casa Ibersolar, modelo Tyfocor L al 40%. Concentrado anticongelante y anticorrosivo de acción pro- longada para instalaciones de calefacción y refrigeración/ circuitos de agua, instalaciones de energía solar e instalaciones con bombas de calor Caloportador - sin nitritos - Solución especial a base de glicol para las industrias alimentaria y de productos de consumo.	Ud	1	49.87	<b>49.87</b>
A) Descripción: Caldera eléctrica modulante de la casa Gabarrón, modelo Mattira Combi CMX 15i de 10 kW. Los modelos digitales CMX poseen un funcionamiento modulante basado en la tecnología TRIAC que, combinado con un cronotermostato exterior adaptan la potencia de calefacción a las necesidades de la instalación logrando la máxima eficiencia energética y un gran ahorro en consumo.	Ud	1	1381.08	<b>1381.08</b>
A) Descripción: Caldera de pellets de la casa Herz Termosun modelo Pellet 10. Los pellets utilizados como combustible se rigen mediante la normativa UNE EN ISO 17225-2: Clase 1	Ud	1	8624	<b>8624</b>
A) Descripción: Caldera gasoil de la casa Ferroli, modelo ATLAS eco 30K 100 UNIT. Grupo térmico Ferroli analógico de hierro fundido con acumulador para calefacción y agua caliente. Gama Low NOx (bajo NOx) y disponible en 25 kW. La producción de agua caliente es abundante: 195 l/10 min (ΔT 30°C). Su eficiencia energética es alta. Su funcionamiento es silencioso y ofrece máxima sencillez y fiabilidad gracias a su panel analógico.	Ud	1	2448.37	<b>2448.37</b>

*Presupuesto Parcial N°3 Instalaciones: 12180.00€*

#### 4.1.4 Aislamientos e Impermeabilizaciones

Presupuesto Parcial N°4 Aislamientos e Impermeabilizaciones				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
A) Descripción: Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones. B) Incluye: Preparación de la superficie soporte. Replanteo y corte del aislamiento. Colocación del aislamiento. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	m	8.31	4.49	37.3119
A) Descripción: Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones. B) Incluye: Preparación de la superficie soporte. Replanteo y corte del aislamiento. Colocación del aislamiento. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	m	0.76	5.28	4.0128
A) Descripción: Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones. B) Incluye: Preparación de la superficie soporte. Replanteo y corte del aislamiento. Colocación del aislamiento. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	m	12.04	21.56	259.5824
A) Descripción: Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones. B) Incluye: Preparación de la superficie soporte. Replanteo y corte del aislamiento. Colocación del aislamiento. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	m	17.9	23.49	420.471

A) Descripción: Aislamiento acústico a ruido aéreo sobre falso techo, formado por panel semirrígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). B) Incluye: Corte y ajuste del aislamiento. Colocación del aislamiento. C) Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. E) Criterio de valoración económica: El precio no incluye el falso techo.

m <sup>2</sup>	115.16	7.2	<b>829.152</b>
----------------	--------	-----	----------------

*Presupuesto Parcial Nº4 Aislamiento e Impermeabilizaciones: 1550.5301€*

## 4.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL (PEM)

<b><u>PEM</u></b>	
Presupuesto Parcial Nº1 Carpintería, Cerrajería, Vidrios y Protecciones Solares	<b>4582.48 €</b>
Presupuesto Parcial Nº2 Remates y Ayudas	<b>690.45 €</b>
Presupuesto Parcial Nº3 Instalaciones	<b>13561.10</b>
Presupuesto Parcial Nº4 Aislamiento e Impermeabilizaciones	<b>1550.53€</b>
<b>PEM: 20384.54 €</b>	

*Tabla 97. Presupuesto de Ejecución del Material (PEM)*

## 4.3 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)

<b><u>PEC</u></b>	
PEM	<b>20384.54 €</b>
Gastos Generales (15%)	<b>3057.681 €</b>
Beneficio Industrial (6%)	<b>1223.0724 €</b>
<b>PEC: 24665.2934 €</b>	

*Tabla 98. Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)*

#### 4.4 PRESUPUESTO TOTAL

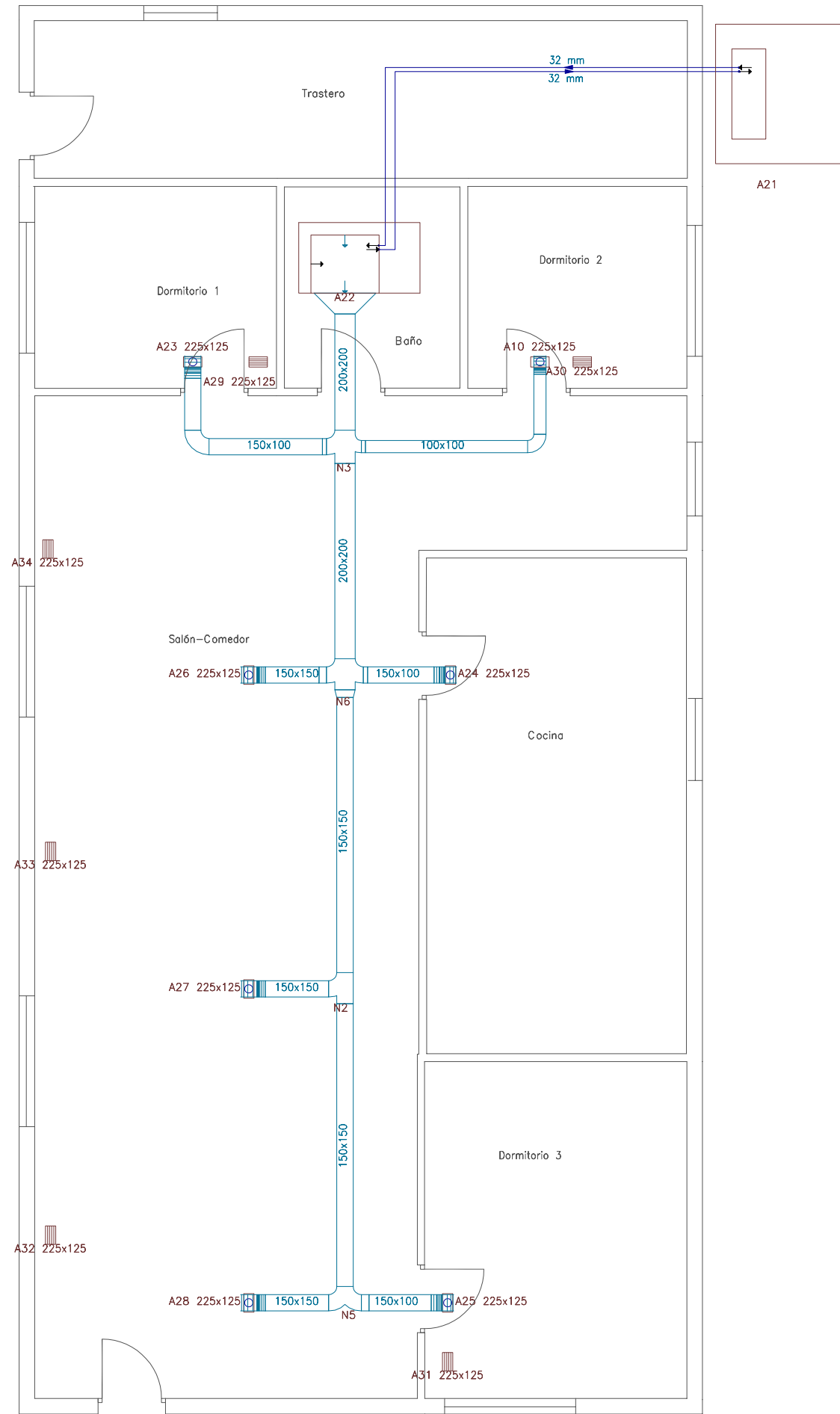
<b><u>PRESUPUESTO TOTAL</u></b>	
PEC	<b>24665.2934 €</b>
Honorarios (6%)	<b>986.6117 €</b>
Precio sin IVA	<b>25651.9051 €</b>
IVA (21%)	<b>5389.9000 €</b>
<b>Presupuesto Total: 31038.81 €</b>	
<b>TREINTA Y UN MIL TREINTA Y OCHO CON OCHENTA Y UNA CENTÉSIMAS</b>	


*Tabla 99. Presupuesto Total*

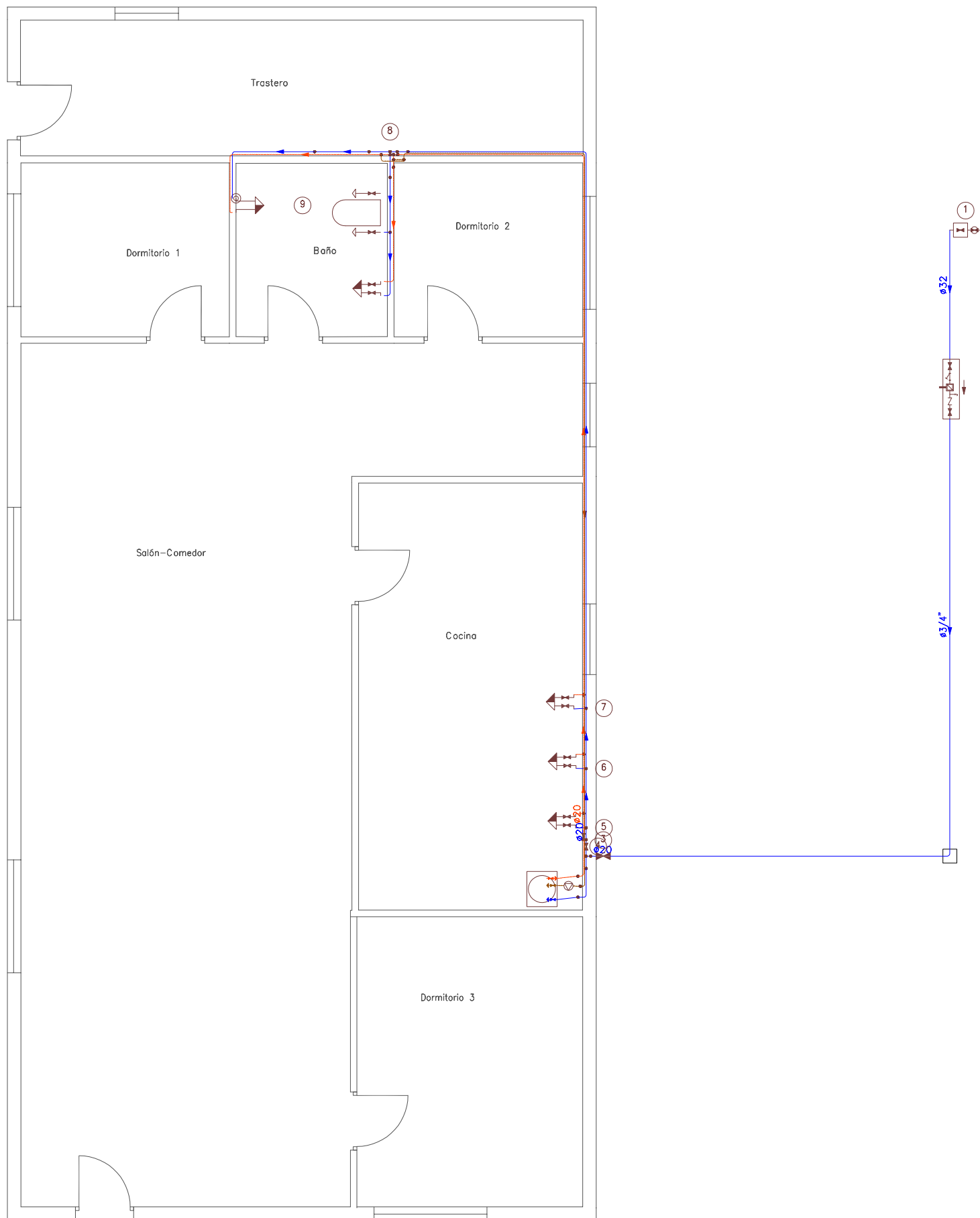


# ***PLANOS***

---



Departamento responsable: Escuela superior de tecnología	Creado por: Francisco José Portero Millán	Unidad dimensional: <b>m</b>	Escala: <b>1 : 100</b>			
Propietario legal:  Universitat Jaume I  UNIVERSITAT JAUME I	Revisado por: Antonio Fabián Vela Gasulla	Tipo de documento: <b>Plano de diseño</b>	Formato: <b>A3</b>	Estado del documento: <b>Editado</b>		
		Título: <b>Instalación de climatización</b>		Número de documento: <b>Plano 1</b>		
		Fecha: 06/07/2020	Idioma: es	Hoja: 1/1		

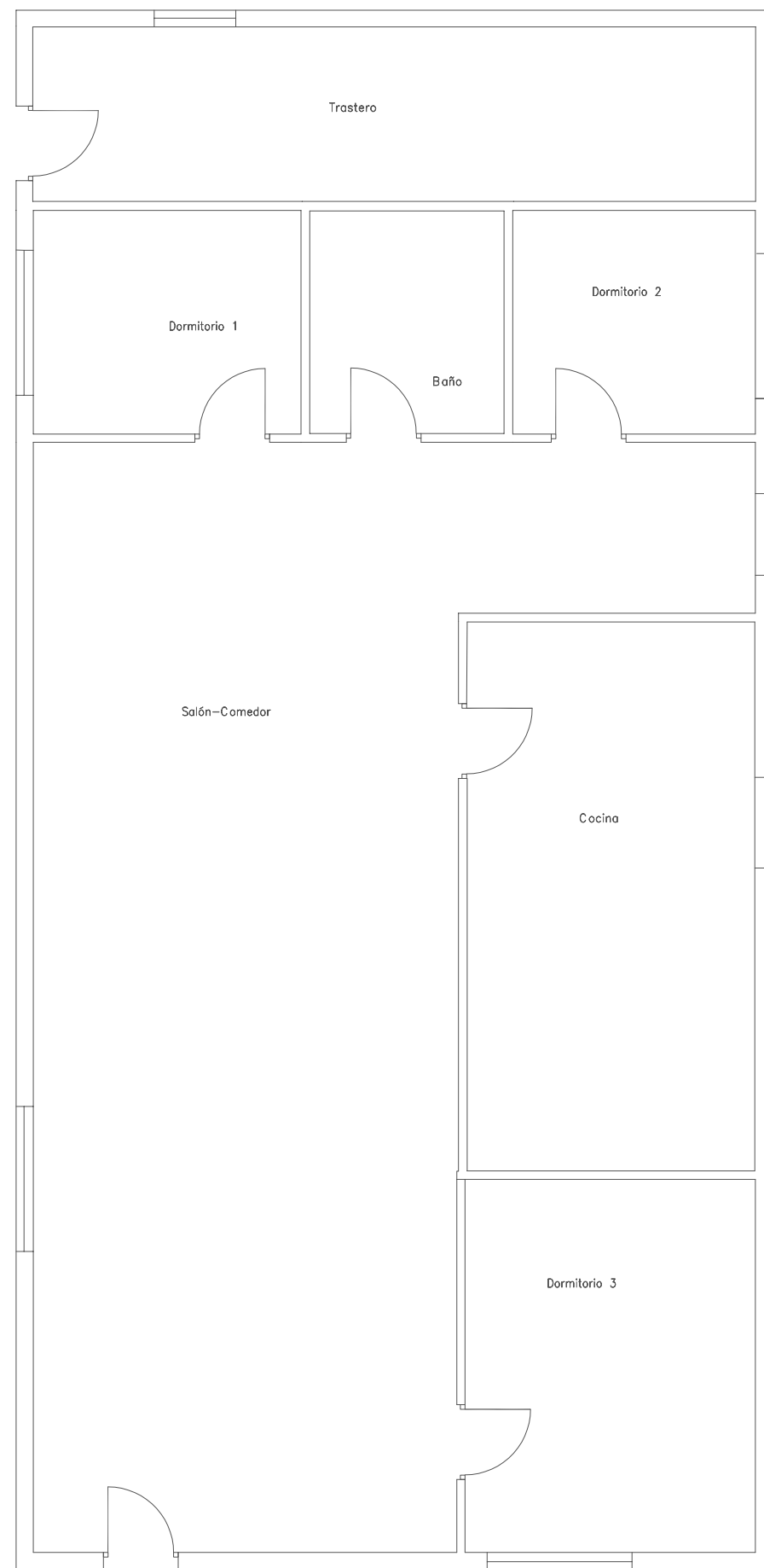



Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	20 mm
Lavabo (Lvb)	16 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Ducha (Du)	16 mm
Fregadero doméstico (Fr)	16 mm
Lavavajillas doméstico (Lvd)	16 mm
Lavadora doméstica (La)	20 mm

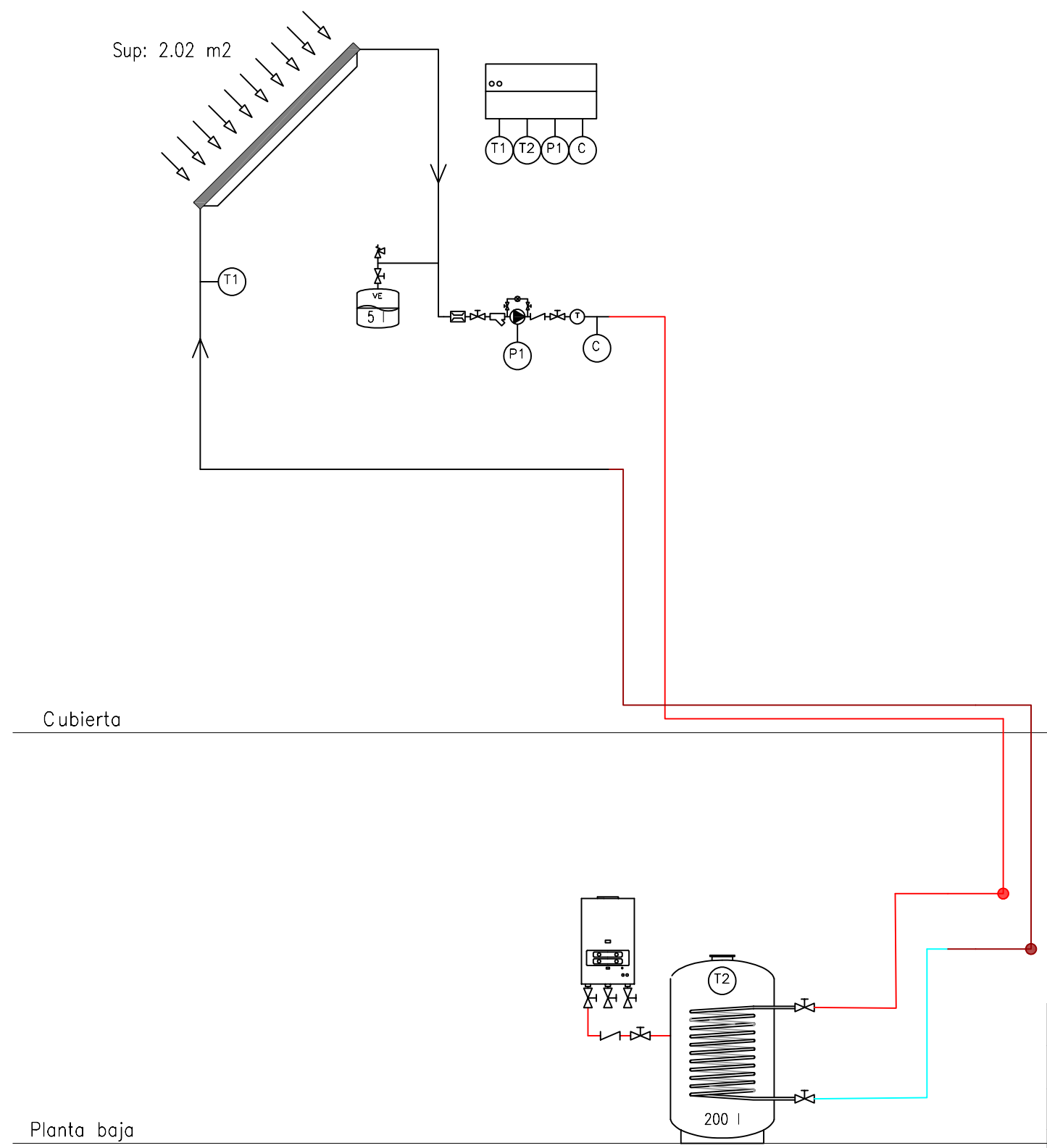
Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua fría con presión más desfavorable
	Toma y llave de corte de acometida
	Preinstalación de contador
	Llave de abonado
	Caldera eléctrica para calefacción y ACS
	Bomba de circulación
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo con hidromezclador (Ducha, Bañera)
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor caída de presión
	Arqueta de paso o de registro sin llaves

Materiales utilizados para las tuberías	
Acometida general (1)	Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2
Alimentación	Tubo de acero galvanizado según UNE 19048
Instalación interior	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2
Aislamiento térmico (A.C.S.)	Coquilla de espuma elastomérica

Departamento responsable: Escuela superior de tecnología	Creado por: Francisco José Portero Millán	Unidad dimensional: <b>m</b>	Escala: <b>1 : 100</b>		
Propietario legal: Universitat Jaume I 	Revisado por: Antonio Fabián Vela Gasulla	Tipo de documento: <b>Plano de diseño</b>	Formato: <b>A3</b>	Estado del documento: <b>Editado</b>	
		Título: <b>Instalación de Suministro de Agua</b>		Número de documento: <b>Plano 2</b>	
		Fecha: 06/07/2020	Idioma: es	Hoja: 1/1	

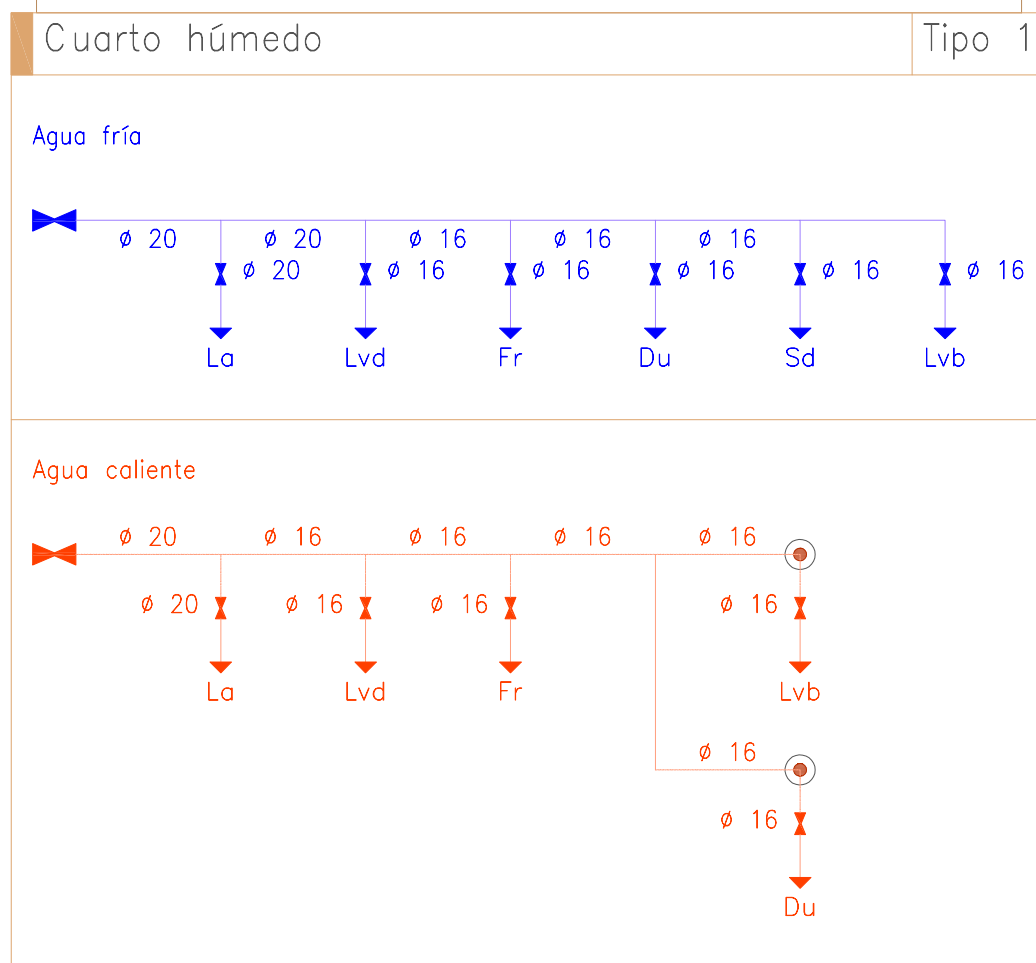
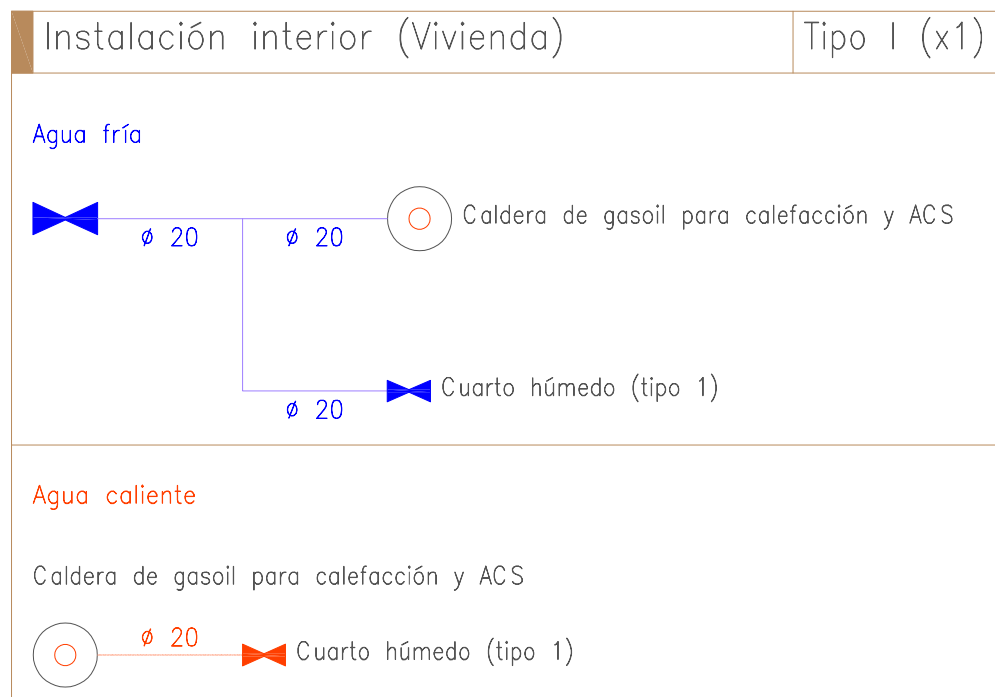







Departamento responsable: Escuela superior de tecnología	Creado por: Francisco José Portero Millán	Unidad dimensional: <b>m</b>		Escala: <b>1 : 100</b>	
Propietario legal:  Universitat Jaume I  UNIVERSITAT JAUME I	Revisado por:  Antonio Fabián Vela Gasulla	Tipo de documento: <b>Plano de diseño</b>	Formato: <b>A3</b>	Estado del documento: <b>Editado</b>	
		Título: <b>Planta de la vivienda</b>		Número de documento: <b>Plano 3</b>	
		Fecha: <b>06/07/2020</b>	Idioma: <b>es</b>	Hoja: <b>1/1</b>	




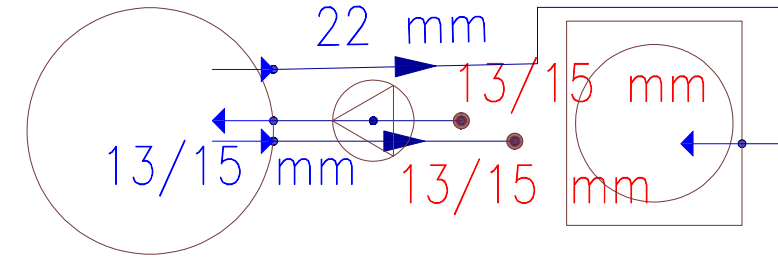
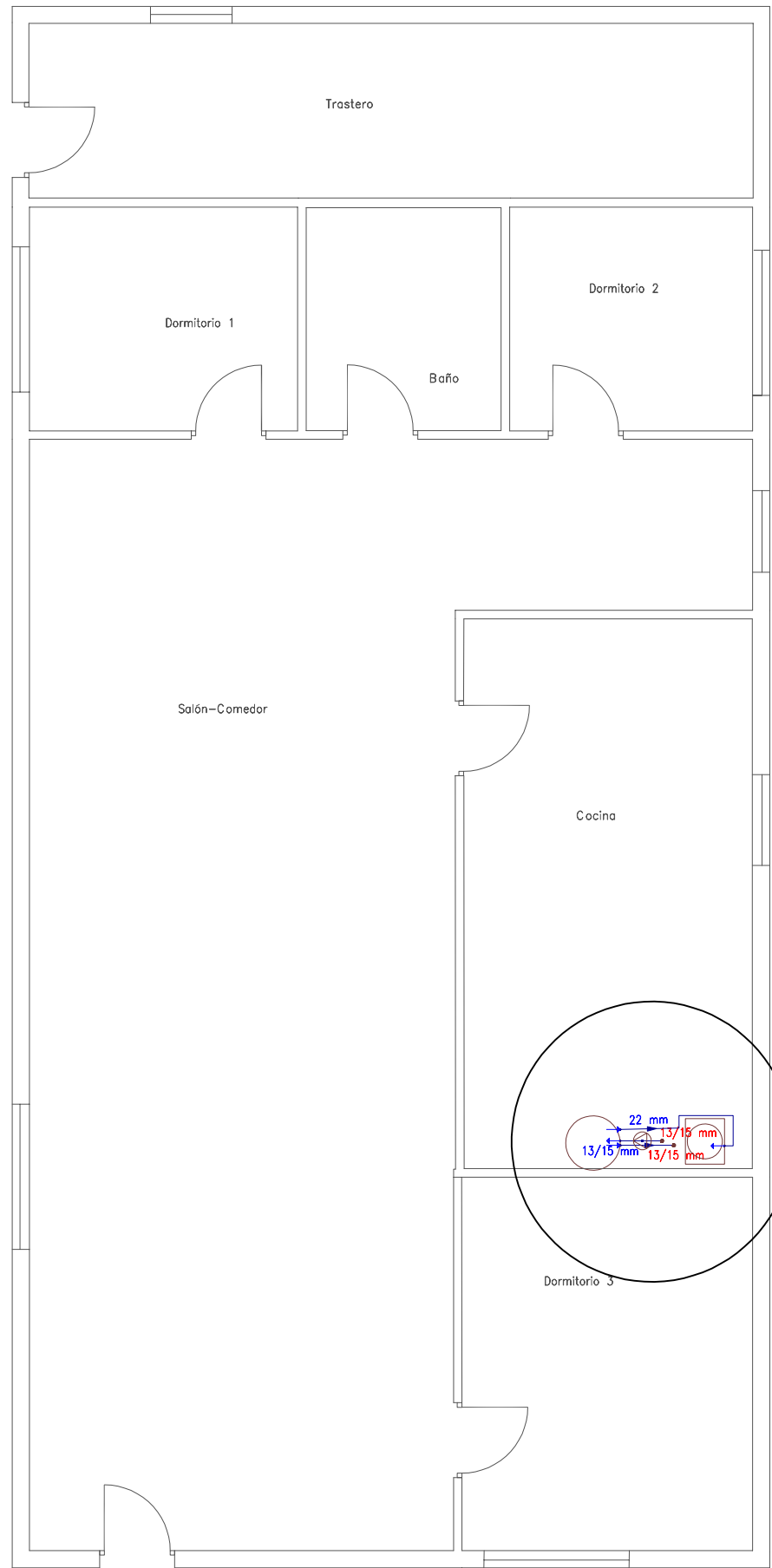
	Válvula de tres vías motorizada		Válvula antirretorno		Termómetro
	Válvula de dos vías motorizada		Regulador de caudal		Bomba
	Válvula de corte		Válvula de equilibrado		Contador
	Válvula termostática de A.C.S.		Válvula de seguridad		
	Filtro		Manómetro		

Departamento responsable: Escuela superior de tecnología	Creado por: Francisco José Portero Millán	Unidad dimensional: <b>m</b>		Escala: <b>1 : 100</b>	
Propietario legal: Universitat Jaume I	Revisado por: Antonio Fabián Vela Gasulla	Tipo de documento: Plano de diseño	Formato: <b>A3</b>	Estado del documento: Editado	
		Título: Esquema de la instalación solar térmica		Número de documento: Plano 4	
				Fecha: 06/07/2020	Idioma: es



Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Llave de corte
	Producción de A.C.S.
	Punto de conexión del circuito de retorno de A.C.S.
La	Lavadora doméstica
Lvd	Lavavajillas doméstico
Fr	Fregadero doméstico
Du	Ducha
Sd	Inodoro con cisterna
Lvb	Lavabo


Departamento responsable: Escuela superior de tecnología	Creado por: Francisco José Portero Millán	Unidad dimensional: <b>m</b>	Escala: <b>1 : 100</b>		
Propietario legal:  Universitat Jaume I 	Revisado por:  Antonio Fabián Vela Gasulla	Tipo de documento: <b>Plano de diseño</b>	Formato: <b>A3</b>	Estado del documento: <b>Editado</b>	
		Título: <b>Esquema de la instalación de suministro de agua</b>		Número de documento: <b>Plano 5</b>	
		Fecha: 06/07/2020	Idioma: es	Hoja: 1/1	

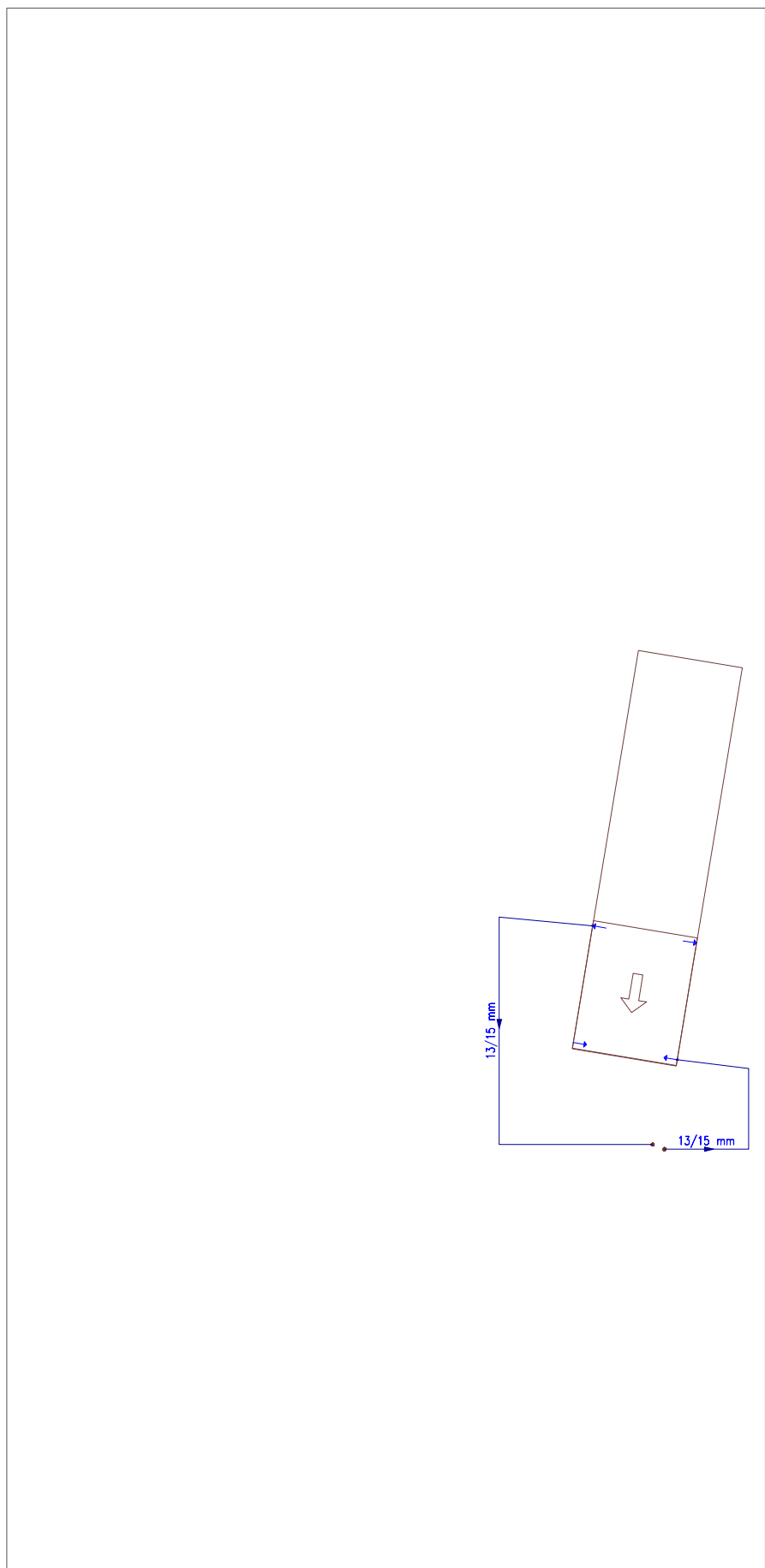



**A**

ESCALA 1:25

**A**

Departamento responsable: Escuela superior de tecnología	Creado por: Francisco José Portero Millán	Unidad dimensional: <b>m</b>		Escala: <b>1 : 100</b>	
Propietario legal: Universitat Jaume I  UNIVERSITAT JAUME·I	Revisado por: Antonio Fabián Vela Gasulla	Tipo de documento: Plano de diseño	Formato: <b>A3</b>	Estado del documento: Editado	
		Título: Instalación solar térmica		Número de documento: Plano 6	
				Fecha: 06/07/2020	Idioma: es
				Hoja: 1/2	



Departamento responsable: Escuela superior de tecnología	Creado por: Francisco José Portero Millán	Unidad dimensional: <b>m</b>		Escala: <b>1 : 100</b>	
Propietario legal:  Universitat Jaume I  UNIVERSITAT JAUME I	Revisado por:  Antonio Fabián Vela Gasulla	Tipo de documento: <b>Plano de diseño</b>	Formato: <b>A3</b>	Estado del documento: <b>Editado</b>	
		Título: <b>Instalación solar térmica</b>		Número de documento: <b>Plano 7</b>	
		Fecha: <b>06/07/2020</b>	Idioma: <b>es</b>	Hoja: <b>2/2</b>	