

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

“Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)”

Curso 2020/2021

Alumno:

Francisco Pérez Ocaña

Director:

Francisco Domingo Molina Aiz



AGRADECIMIENTOS

- A mi padre, por prestarme un poco de su sabiduría e inteligencia.
- A mi madre, por prestarme un poco de su valentía y perspicacia.
- A mi profesor, por cogerme el teléfono un domingo por la tarde.
- A la Universidad de Almería, por mantener mi entusiasmo por la ingeniería.
- A los chicos de ICC Ingeniería, por proporcionarme los programas informáticos.

“An investment in knowledge pays the best interest”

Benjamin Franklin

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

INDICE

MEMORIA

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1 INTERÉS Y OBJETIVOS	3
1.1 INTERÉS.....	3
1.2 OBJETO DEL TRABAJO TÉCNICO.....	5
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 CONFORT TÉRMICO.....	7
2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS.....	7
2.2.1 <i>Optimización de la envolvente térmica</i>	8
2.2.2 <i>Efecto de la configuración geométrica de las viviendas</i>	8
2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN.....	9
3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	11
3.1 UBICACIÓN Y PARCELA.....	11
3.2 DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA	12
3.3 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	14
3.3.1 <i>Solera</i>	14
3.3.2 <i>Fachada exterior</i>	15
3.3.3 <i>Sistema de compartimentación</i>	16
3.3.3.1 <i>Cubierta</i>	19
3.3.3.2 <i>Carpintería y cerramientos</i>	20
3.4 NORMATIVA.....	21
4 MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1 PROGRAMA INFORMÁTICO PARA DISEÑO DE LA GEOMETRÍA	23
4.2 PROGRAMA INFORMÁTICO PARA LOS CÁLCULOS TÉRMICOS	24
4.3 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA SEGÚN EL CTE DB-HE. SECCIÓN HE1	25
4.4 CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS SEGÚN EL CTE DB-HE. SECCIÓN HE2 (RITE)	31
4.4.1 <i>Exigencias de bienestar térmico e higiene</i>	31
4.4.2 <i>Exigencias en materia de eficiencia energética</i>	33
4.4.3 <i>Exigencia en materia de seguridad</i>	33
4.5 CRITERIOS DE DISEÑO DEL CONSUMO ENERGÉTICO SEGÚN EL CTE DB-HE. SECCIÓN HE0	34
5 FASES DE DESARROLLO.....	37
6 INTEGRACIÓN DE COMPETENCIAS.....	39
6.1 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.....	39
6.2 COMPETENCIAS TÉCNICAS TRANSVERSALES	39
7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
7.1 MODIFICACIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	41
7.1.1 <i>Modificaciones en elementos constructivos pesados</i>	42
7.1.1.1 <i>Modificaciones en la solera</i>	42
7.1.1.2 <i>Modificaciones en los cerramientos</i>	43
7.1.1.3 <i>Modificaciones en la cubierta</i>	46

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

7.1.2	<i>Modificaciones en la carpintería</i>	47
7.1.3	<i>Modificaciones en puentes térmicos</i>	48
7.1.4	<i>Reducción de la demanda energética anual</i>	51
7.2	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.....	55
7.2.1	<i>Cálculo y análisis de las cargas térmicas</i>	56
7.2.1.1	Cargas de refrigeración	56
7.2.1.2	Cargas de calefacción.....	57
7.2.2	<i>Diseño de los equipos de climatización</i>	59
7.2.2.1	Calefacción por radiadores y refrigeración <i>multi split</i>	59
7.2.2.2	Calefacción por suelo radiante y refrigeración <i>multi split</i>	66
7.2.2.3	Climatización centralizada por conductos con bomba de calor	75
7.3	COMPARACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS TRES SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	83
7.3.1	<i>Consumo energético del sistema de calefacción por radiadores y refrigeración multi split</i>	83
7.3.2	<i>Consumo energético del sistema de calefacción por suelo radiante y refrigeración multi split</i>	89
7.3.3	<i>Consumo energético del sistema de climatización centralizada por conductos con bomba de calor</i> 94	
7.3.4	<i>Comparación del consumo energético y del impacto ambiental</i>	99
7.4	COMPARACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS TRES SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	105
8	CONCLUSIONES	109
9	BIBLIOGRAFÍA	111
PLANOS		
P1	PLANO DEL EMPLAZAMIENTO (G01)	115
P2	PLANO DE DISTRIBUCIÓN (B02)	117
P3	PLANO CONSTRUCTIVO (A02)	119
P4	PLANO DE ALBAÑILERÍA (A05)	121
P5	PLANO DE DETALLES Y ACABADOS (D01)	123
ANEXOS		
A1	ANEXO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	127
A2	ANEXO DEL INCUMPLIMIENTO DB-HE1 DEL 2013	153
A3	ANEXO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MEJORADOS	169
A4	ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE1 DEL 2013	197
A5	ANEXO DE CARGAS TÉRMICAS COMPLETAS	213
A6	ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE2 (RADIADORES Y MULTI SPLIT)	241
A7	ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE2 (SUELO RADIANTE Y MULTI SPLIT)	270
A8	ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE2 (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)	303
A9	ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE0 (RADIADORES Y MULTI SPLIT)	333
A10	ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE0 (SUELO RADIANTE Y MULTI SPLIT)	341
A11	ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE0 (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)	349
A12	ANEXO MEDICIONES Y PRESUPUESTO (RADIADORES Y MULTI SPLIT)	357
A13	ANEXO MEDICIONES Y PRESUPUESTO (SUELO RADIANTE Y MULTI SPLIT)	368
A14	ANEXO MEDICIONES Y PRESUPUESTO (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)	384

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.	11
FIGURA 2. FACHADA OESTE.	12
FIGURA 3. SALÓN-COMEDOR-TERRAZA.	12
FIGURA 4. LEVANTAMIENTO 3D DE LA VIVIENDA EN CYPECAD MEP.	24
FIGURA 5. VISTA EN PLANTA DE LA VIVIENDA.	36
FIGURA 6. INCUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 2013.	41
FIGURA 7. FUNCIONAMIENTO TERMODINÁMICO DE UN DISIPADOR.	48
FIGURA 8. DISPOSICIÓN ORIGINAL DEL ENCUENTRO FACHADA-FORJADO.	49
FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS Y FLUJO DE CALOR.	49
FIGURA 10. RUPTOR TÉRMICO EN EL CANTO DEL FORJADO.	50
FIGURA 11. CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 2013.	51
FIGURA 12. COMPARACIÓN DE LAS PÉRDIDAS ENERGÉTICAS ANTES Y DESPUÉS DE LAS MEJORAS.	52
FIGURA 13. DEMANDA ENERGÉTICA ANUAL DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN DE LA VIVIENDA INICIAL (IZQUIERDA) Y MODIFICADA (DERECHA). NÓTESE EL VALOR DEL EJE VERTICAL.	53
FIGURA 14. BALANCE ENERGÉTICO ANUAL DE LA VIVIENDA INICIAL.	54
FIGURA 15. BALANCE ENERGÉTICO ANUAL DE LA VIVIENDA MODIFICADA.	54
FIGURA 16. PLANO EN PLANTA DE LA VIVIENDA MEJORADA.	55
FIGURA 17. PLANO EN PLANTA DE LA POTENCIA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN POR SUPERFICIE.	57
FIGURA 18. PLANO EN PLANTA DE LA POTENCIA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN POR SUPERFICIE.	58
FIGURA 19. UNIDAD EXTERIOR 5X1 DE 10 KW DE POTENCIA FRIGORÍFICA (IZQUIERDA) Y UNIDAD INTERIOR SPLIT DE 4.5 KW DE POTENCIA FRIGORÍFICA (DERECHA).	61
FIGURA 20. CALDERA DE GAS NATURAL 26.7 KW DE POTENCIA CALORÍFICA (IZQUIERDA) Y RADIADOR DE ALUMINIO DE 10 ELEMENTOS DE 1.6 KW (1377 KCAL/H) DE POTENCIA DE EMISIÓN (DERECHA).	62
FIGURA 21. DISPOSICIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN EN LA VIVIENDA.	63
FIGURA 22. CALDERA A GASÓLEO DE 22 KW DE POTENCIA CALORÍFICA (IZQUIERDA), COLECTOR MODULAR CON CAPACIDAD PARA 10 CIRCUITOS (ARRIBA DERECHA) Y SISTEMA DE PANELES DE TETONES CON EL CIRCUITO EN ESPIRAL (ABAJO DERECHA).	68
FIGURA 23. CONJUNTO CLIMATIZADOR <i>MULTI SPLIT</i> CON SUELO RADIANTE.	69
FIGURA 24. ARMARIO COLECTOR SITUADO EN EL GARAJE ALIMENTANDO VARIOS CIRCUITOS DE SUELO RADIANTE.	74
FIGURA 25. UNIDAD EXTERIOR DE 19.1 KW Y 19.8 KW DE POTENCIA FRIGORÍFICA Y CALORÍFICA RESPECTIVAMENTE (IZQUIERDA), FANCOIL MAJOR 2 NCH DE CIAT (ARRIBA DERECHA) Y CONDUCTO AISLADO DE ISOVER (ABAJO DERECHA).	77
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN DE LOS FAN-COILS Y CONDUCTOS POR ENCIMA DEL FALSO TECHO.	78
FIGURA 27. INSTALACIÓN DE CONDUCTOS POR BOMBA DE CALOR REVERSIBLE CALCULADA.	82
FIGURA 28. CONJUNTO CLIMATIZADOR <i>MULTI SPLIT</i> CON RADIADORES.	83

FIGURA 29. CUMPLIMIENTO DEL DB-HE 0.	84
FIGURA 30. RECUADRADO EN ROJO, LOS DOS MODELOS DE UNIDADES EXTERIORES USADAS.	84
FIGURA 31. RECUADRADO EN ROJO, EL MODELO DE CALDERA DE GAS NATURAL SELECCIONADO.	85
FIGURA 32. GRÁFICA DE DEMANDA Y CONSUMO ENERGÉTICO MES A MES.	88
FIGURA 33. PLANO EN PLANTA DEL CONJUNTO CLIMATIZADOR DE LA VIVIENDA.	89
FIGURA 34. CUMPLIMIENTO DEL DB-HE 0.	90
FIGURA 35. RECUADRADO EN ROJO, EL MODELO DE LA CALDERA DE GASÓLEO SELECCIONADO.	90
FIGURA 36. GRÁFICA DE DEMANDA Y CONSUMO ENERGÉTICO MES A MES.	93
FIGURA 37. VISTA DESDE EL DORMITORIO 3 DEL CONJUNTO CLIMATIZADOR CENTRALIZADO POR CONDUCTOS.	94
FIGURA 38. CUMPLIMIENTO DEL DB-HE 0.	94
FIGURA 39. RECUADRADO EN ROJO, EL MODELO DE LA BOMBA DE CALOR REVERSIBLE SELECCIONADA.	95
FIGURA 40. GRÁFICA DE DEMANDA Y CONSUMO ENERGÉTICO MES A MES.	98
FIGURA 41. COMPARACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS TRES SISTEMAS	101
FIGURA 42. EMISIONES DE CO₂ ANUALES DE CADA SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.	104
FIGURA 43. PROYECCIÓN DEL COSTE TOTAL DE LOS TRES SISTEMAS A LO LARGO DE 20 AÑOS DE VIDA ÚTIL.	107

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS GLOBALES.....	11
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.	13
TABLA 3. COMPOSICIÓN DE LA SOLERA.	14
TABLA 4. COMPOSICIÓN DE LA FACHADA ENVOLVENTE.	15
TABLA 5. COMPOSICIÓN DEL TABIQUE CON CÁMARA DE AIRE.	16
TABLA 6. COMPOSICIÓN DEL TABIQUE CON CÁMARA DE AIRE MODELO FINO.	17
TABLA 7. COMPOSICIÓN DEL TABIQUE ACÚSTICO.	17
TABLA 8. COMPOSICIÓN DEL TABIQUE ACÚSTICO MODELO FINO.....	17
TABLA 9. COMPOSICIÓN DEL TABIQUE DE DISTRIBUCIÓN.	18
TABLA 10. COMPOSICIÓN DEL TABICÓN.	18
TABLA 11. COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA.....	19
TABLA 12. COMPOSICIÓN DE LA CARPINTERÍA.	20
TABLA 13. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.	26
TABLA 14. CARGAS INTERNAS PARA VIVIENDAS DE USO RESIDENCIAL PRIVADO.	26
TABLA 15. TOTAL DE CARGAS INTERNAS DE LA VIVIENDA.	27
TABLA 16. NIVEL DE CARGA INTERNA SEGÚN APÉNDICE A DE CTE DB HE 1.	28
TABLA 17. AGRUPACIONES DE LOS RECINTOS.....	29
TABLA 18. VALOR BASE Y FACTOR CORRECTOR POR SUPERFICIE DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN.	30
TABLA 19. RANGO DE VALORES DE LAS CONDICIONES INTERIORES.	32
TABLA 20. CAUDALES DE AIRE EXTERIOR EN DM3/S POR PERSONA.....	32
TABLA 21. CAUDALES DE VENTILACIÓN POR REFERENCIA DE RECINTO.....	32
TABLA 22. VALOR BASE EN KW·H/M2·AÑO Y FACTOR PARA USO RESIDENCIAL PRIVADO.	34
TABLA 23. SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Y ORIGEN SU RESPECTIVA FUENTE DE ENERGÍA.	35
TABLA 24. PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN DE ACS EN %.....	35
TABLA 25. CRONOGRAMA DE LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES.	37
TABLA 26. COMPOSICIÓN DE LA SOLERA MODIFICADA.	43
TABLA 27. COMPOSICIÓN DE LA FACHADA ENVOLVENTE MODIFICADA.	44
TABLA 28. COMPOSICIÓN DEL TABIQUE CON CÁMARA DE AIRE MODIFICADO	44
TABLA 29. COMPOSICIÓN DEL TABIQUE DE DISTRIBUCIÓN MODIFICADO.	45
TABLA 30. COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA MODIFICADA.....	46
TABLA 31. COMPOSICIÓN DE LAS NUEVAS CARPINTERÍAS CON TRIPLE CRISTAL.....	47
TABLA 32. COMPARACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA A TRAVÉS DE VARIOS ELEMENTOS EN LA ENVOLVENTE.	51

TABLA 33. CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN DE LA VIVIENDA.....	56
TABLA 34. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN DE LA VIVIENDA.	58
TABLA 35. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN <i>MULTI SPLIT</i> -RADIADORES.	60
TABLA 36. CARACTERÍSTICAS Y PÉRDIDAS EN LA RED DE TUBERÍAS.	64
TABLA 37. PORCENTAJE DE PÉRDIDAS TOTALES.....	64
TABLA 38. REPARTO DE RADIADORES EN LOS DIFERENTES RECINTOS.	64
TABLA 39. DISTINTAS POTENCIAS INSTALADAS Y REQUERIDAS EN CALEFACCIÓN.	65
TABLA 40. REPARTO DE SPLIT EN LOS DIFERENTES RECINTOS.	65
TABLA 41. DISTINTAS POTENCIAS INSTALADAS Y REQUERIDAS EN REFRIGERACIÓN.....	66
TABLA 42. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN <i>MULTI SPLIT</i> -SUELO RADIANTE.	66
TABLA 43. TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SUELO RADIANTE.	70
TABLA 44. DISTRIBUCIÓN DE LOS CIRCUITOS EN LOS RECINTOS Y EN LOS COLECTORES.	70
TABLA 45. LONGITUD DE TUBERÍA INSTALADA EN CADA CIRCUITO.	71
TABLA 46. TEMPERATURA DE IMPULSIÓN Y RETORNO Y, POTENCIAS REQUERIDAS E INSTALADAS.....	72
TABLA 47. CAUDAL REQUERIDO Y PÉRDIDAS DE CADA CIRCUITO.	73
TABLA 48. POTENCIA DE CALEFACCIÓN DE LOS COLECTORES.....	73
TABLA 49. PORCENTAJE DE PÉRDIDAS ENTRE LA CALDERA Y EL SUELO RADIANTE.....	74
TABLA 50. DISTINTAS POTENCIAS DE CALEFACCIÓN DE LA VIVIENDA.	74
TABLA 51. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN POR CONDUCTOS CON BOMBA DE CALOR.	75
TABLA 52. MODELOS DE FAN-COILS USADOS.....	76
TABLA 53. UBICACIÓN DE LOS <i>FAN-COILS</i> Y RECINTOS QUE CLIMATIZAN.	79
TABLA 54. TRAMOS DE CONDUCTOS Y SUS CARACTERÍSTICAS.	79
TABLA 55. CARACTERÍSTICAS CALCULADAS DE LOS <i>FAN-COILS</i>	81
TABLA 56. PORCENTAJE DE PÉRDIDAS ENTRE LA BOMBA DE CALOR Y LOS <i>FAN-COILS</i>	81
TABLA 57. POTENCIAS INSTALADAS, REQUERIDAS Y CARGAS MÁXIMAS SIMULTÁNEAS	82
TABLA 58. DEMANDAS ENERGÉTICAS ANUALES DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	86
TABLA 59. CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS SISTEMAS INSTALADOS.	86
TABLA 60. COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LOS VECTORES ENERGÉTICOS.	87
TABLA 61. DEMANDA Y CONSUMO ENERGÉTICO MES A MES.	88
TABLA 62. DEMANDAS ENERGÉTICAS ANUALES DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	91
TABLA 63. CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS SISTEMAS INSTALADOS.	91
TABLA 66. DEMANDAS ENERGÉTICAS ANUALES DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	96
TABLA 67. CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS SISTEMAS INSTALADOS.	96
TABLA 68. COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LOS VECTORES ENERGÉTICOS.	97
TABLA 69. CONSUMO ENERGÉTICO MES A MES Y EL ORIGEN DE LA ENERGÍA APORTADA.....	98
TABLA 70. CONSUMO COMPARATIVO DE ENERGÍA DE LOS TRES SISTEMAS.	99

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

TABLA 71. EMISIONES DE CO₂ POR KWH DE ENERGÍA CONSUMIDA.....	102
TABLA 72. EMISIONES DE CO₂ AL AÑO TOTALES POR CADA SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.	103
TABLA 73. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	105
TABLA 74. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	105
TABLA 75. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	105
TABLA 76. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	106

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

MEMORIA

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

RESUMEN

La envolvente térmica de una vivienda es el factor más importante en la demanda energética de la misma. Asimismo, la correcta elección y diseño, de los sistemas de climatización que ofrece el mercado, juega un papel fundamental en el desempeño térmico, la eficiencia energética, el coste económico y el impacto medioambiental en nuestro planeta.

En este trabajo técnico, se diseñaron y calcularon todos los parámetros constructivos de una vivienda unifamiliar aislada de grandes dimensiones (422 m²) situada en San Roque (Cádiz). Posteriormente, se analizó su demanda energética y validó el cumplimiento del CTE DB-HE 1, produciendo unos resultados inaceptables en materia de demanda energética de calefacción.

Por ello, se analizó y luego mejoró, la demanda energética anual del prototipo, a través de la modificación de la envolvente térmica y de parámetros constructivos (solera, fachada, cubierta y tabiquería), puentes térmicos y carpintería consiguiendo reducirla a 15 kWh·m⁻²·año⁻¹, lo que se conoce energéticamente como casa pasiva (*passive house*).

Con la vivienda mejorada, en este estudio se analizaron y cuantificaron las cargas térmicas de calefacción (16.87 kW), y refrigeración (18.25 kW), mediante la implementación de la normativa CTE DB-HE 2 respecto a las instalaciones térmicas en edificios.

Seguidamente, a través de su diseño y cálculo a través del programa informático CYPECAD MEP, se implementaron tres instalaciones de sistemas de climatización, compuestos por: un primer sistema de calefacción por caldera de gas natural y radiadores y refrigeración mediante un equipo *multi-split*, un segundo sistema de calefacción por caldera de gasóleo y suelo radiante y refrigeración mediante un equipo *multi-split*, y un tercer y último sistema de calefacción y refrigeración mediante una bomba de calor reversible aire-agua, *fancoils* y distribución por conductos, todos ellos sistemas ampliamente usados en la industria de la construcción mundial.

Finalmente, se ha procedido a realizar un análisis y estudio global en el ámbito del consumo energético, económico y medioambiental, obteniendo unos resultados comparativos de estos tres sistemas de climatización.

ABSTRACT

In this technical work, all the construction parameters of a large-isolated house (422 m²) located in San Roque (Cádiz) were designed and calculated.

Subsequently, its energy demand was analyzed and validated compliance with the CTE DB-HE 1, producing unacceptable results in terms of energy demand for heating.

For this reason, the annual energy demand of the prototype was analyzed and then improved, through the modification of the thermal envelope and construction parameters (soil, facade, roof and partitioning), thermal bridges and carpentry, managing to reduce the demand for heating to 15 kWh·m⁻²·año⁻¹, which is known energetically as a passive house.

With improved housing, maximum thermal heating loads (16.87 kW), and cooling (18.25 kW), were analyzed and quantified by implementing CTE DB-HE 2 regulations for thermal installations in buildings.

After, through its design and calculation, three air conditioning systems were implemented. A first system was designed with natural gas boiler heating and radiators and cooled by a multi-split equipment. A second heating system by diesel boiler and underfloor heating and cooling by a multi-split equipment was also designed, and finally a third heating and cooling system by means of a reversible air-water heat pump, fan coils and duct distribution.

Finally, a global analysis and study has been carried out in the field of energy, economic and environmental consumption, obtaining comparative results from these three air-conditioning systems, showing as a better option in all cases the air conditioning system with heat pump and ducts.

1 Interés y objetivos

1.1 Interés

La realidad a la que la humanidad se enfrenta actualmente tiene mucho que ver con nuestro propio estilo de vida.

Todos los seres vivos necesitan transformar energía obtenida del medio para poder realizar una serie de procesos naturales que afiancen su supervivencia como especie.

El ser humano (*Homo sapiens sapiens*) ha ido más allá en este proceso, poniendo en peligro la supervivencia tanto del resto de seres vivos como la suya propia.

Uno de los aspectos en los que el humano requiere más energía para su desarrollo es la climatización de su hábitat.

El sector de la vivienda juega un papel fundamental en las emisiones de gas de efecto invernadero (François *et al.*, 2020), en concreto, de acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC AR5), las viviendas contabilizaron el 32% del uso total de la energía global, y este uso energético podría doblarse o incluso triplicarse para el 2050 debido a ciertas tendencias en países en vías de desarrollo (Cabeza *et al.*, 2020).

La fase operacional de los edificios supone el 80-90% de las emisiones de gas de efecto invernadero, siendo la climatización de sus espacios la finalidad más importante en los edificios europeos, principalmente en el sector residencial suponiendo un 68%. Este porcentaje es todavía más grande si no tomamos en consideración los países mediterráneos, llegando a representar entre 60-80% del total del consumo energético (en el caso de España, el porcentaje está por debajo del 50%) (Rodríguez-Pertuz *et al.*, 2020).

Analizando las viviendas, podemos decir que una de las mayores fugas de pérdida de energía es la envolvente, especialmente los muros externos. El uso de aislantes térmicos es una de las soluciones más comunes para reducir la pérdida de energía en el mundo. También, el uso de aislantes térmicos reduce las emisiones de CO₂ y de consumo de energía tanto en verano como en invierno.

Por lo tanto, el incremento del espesor de aislante reduce el consumo de energía, emisiones de CO₂ y de costes asociados al consumo de energía en el edificio, a la vez que aumenta el consumo de energía y emisiones de CO₂ asociados a la producción e instalación del propio aislante (Ehsan Amiri Rad, 2019).

Por ello, la aparición de la llamada *casa pasiva*, término introducido en los años 80 por las escuelas de arquitectura, es un comprobado camino hacia la vivienda sostenible, y ha sido reconocida a nivel europeo, en términos de su metodología, casi por 20 años.

Debido a la optimización del flujo energético, las casas pasivas son capaces de ahorrar un 80-90% en la calefacción de espacios en comparación con las viviendas standard. Para ser una casa pasiva, el requerimiento máximo de calefacción es de 15 kWh·m⁻²·año⁻¹ (Miklos Kassai, 2017).

Por otro lado, aunque las regulaciones de construcción internacional especifican requisitos para cualquier aspecto de las viviendas que los legisladores de un país eligen, las regulaciones generalmente se enfocan en la calidad de la construcción incluidos los niveles de aislamiento y, a veces, en especificar tamaños mínimos, aunque normalmente nunca los tamaños máximos.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Sin embargo, los tamaños máximos de viviendas a veces se han limitado, por ejemplo, en Nueva Zelanda cuando se impusieron límites máximos de tamaño debido a la escasez de material después de la Segunda Guerra Mundial (Ferguson, 1994), y muchas de esas viviendas todavía están en uso.

En Australia, se realizó un estudio en el que se relacionaba la superficie de la vivienda y su gasto energético, llegando a la conclusión de que viviendas diseñadas energéticamente eficientes y sensiblemente más grandes, usaban menos energía, que la media de viviendas más pequeñas, pero con una eficiencia menor (Berry *et al.*, 2016).

Por otro lado, un estudio realizado por una empresa constructora holandesa sobre compradores de casas eficientes llegó a la conclusión de que realmente sólo el 2% de los compradores estaban dispuestos a pagar más por una casa eficiente, pero la mayoría de los compradores priorizaron otros aspectos como el tamaño e incluso el número de habitaciones o aseos (Pinkse y Dommise, 2009).

Estos estudios nos hacen pensar que, aunque el comprador medio de vivienda se decante más por la amplitud de su futura vivienda sin preocuparse demasiado por su eficiencia, es trabajo de los ingenieros adecuar y optimizar al máximo la vivienda y sus respectivas instalaciones en términos energéticos.

Por todo lo expuesto, este trabajo técnico se centrará en el diseño y dimensionamiento de la envolvente térmica y de las demás instalaciones de climatización mediante la correcta aplicación del CTE (MF, 2014), siempre teniendo en cuenta la satisfacción del cliente y el respeto por el medio ambiente.

1.2 Objeto del trabajo técnico

El objetivo principal de este Trabajo Técnico es el estudio de la viabilidad de diferentes sistemas de climatización para una vivienda, a priori, muy desfavorable debido a su tamaño.

También se hará un exhaustivo estudio de las posibles mejoras en el aislamiento térmico de la vivienda haciendo especial énfasis en el cálculo del material aislante en fachada y solera, así como las pérdidas energéticas por puentes térmicos debido a la arquitectura de la vivienda.

Por ello, podemos resumir los objetivos y subobjetivos técnicos en los siguientes:

1. Alcanzar unos requerimientos energéticos mínimos haciendo cumplir el DB-HE1, que será posible gracias al:
 - a. Diseño y cálculo de la envolvente
 - b. Diseño y mejora de ruptores térmicos
 - c. Diseño e implantación de una cubierta ajardinada
2. Realizar el diseño de los sistemas de climatización a estudiar:
 - a. Diseño y cálculo del sistema de radiadores con *multi-split*
 - b. Diseño y cálculo del sistema por suelo radiante y *multi-split*
 - c. Diseño y cálculo del sistema con bomba de calor reversible y conductos
3. Analizar los datos obtenidos y comparar energética, económica y medioambientalmente los sistemas de climatización
4. Obtener unas conclusiones

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

2 Revisión bibliográfica

El problema de mejorar la envolvente térmica de las viviendas para ajustarse a cada vez más exigentes normativas mundiales en materia de consumo energético, y el problema de analizar las mejores tecnologías que el mercado nos brinda para la climatización de nuestras viviendas, supone todo un reto para lograr tanto ahorro energético y económico para el usuario, como reducción de gases contaminantes a nuestro planeta.

Por ello, existen una serie de aspectos que el ingeniero necesita conocer con precisión a la hora de realizar viviendas e instalaciones térmicas.

2.1 Confort térmico

El confort térmico es un término subjetivo definido como un conjunto de sensaciones y que está asegurado por una serie de factores que influyen en las condiciones térmicas experimentadas por los ocupantes, por lo tanto, es difícil dar una definición universal a este concepto (Croitoru *et al.*, 2015).

Aunque las viviendas tienen un gran potencial de reducir su consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero, el principal objetivo es alcanzar estos objetivos sin comprometer las necesidades humanas de confort térmico. El confort térmico no se consigue solo con el control de la temperatura sino también con la consideración de factores como el entorno, humanos y psicológicos. Además, en el diseño de una vivienda, el confort visual y sus factores de influencia también deberían de ser considerados (Cabeza y Chàfer, 2020).

Conseguir un confort térmico para los ocupantes de edificios independientemente de la condición ambiental exterior ha sido el principal foco de estudio para los ingenieros que diseñan sistemas de climatización y ventilación (*heating ventilation and air conditioning, HVAC*) (Croitoru *et al.*, 2015).

Es por ello por lo que uno de los factores de análisis de este trabajo técnico será el confort térmico de los ocupantes.

2.2 Eficiencia energética de los edificios

Hace ya más de 30 años se investigó sobre el primer producto fabricado por los humanos que tenía un impacto claramente negativo sobre el medio ambiente de manera global. Este producto son los gases de clorofluorocarbono (CFC) y su producción ha sido permanente prohibida desde el Protocolo de Montreal en el 1987 (Molina y Rowland, 1974).

Desde ese momento, la humanidad ha desarrollado una preocupación mayor sobre como su propia actividad puede impactar en el medio ambiente. Actualmente, nos enfrentamos al cambio climático, un hecho indudablemente irrefutable que puede ser demostrado, por ejemplo, en la pérdida de masa glacial provocada por el calentamiento de alrededor de 1°C por encima de la media anterior a la época prerrevolución industrial (Vargo *et al.*, 2020).

2.2.1 Optimización de la envolvente térmica

Una de las principales fuentes de pérdida de energía en los edificios es la envolvente, especialmente la envolvente térmica. El uso de aislamiento térmico es una de las soluciones para reducir la pérdida de energía en el mundo. Además, usando el aislamiento térmico correcto se reduce la producción de CO₂ y el consumo de energía en especial en estaciones frías.

Por lo tanto, aumentando el espesor de aislamiento disminuye el consumo de energía, la emisión de CO₂ y los costes asociados con el consumo de energía, mientras que, en contraparte, aumenta energía consumida, producción de CO₂ y los costes asociados a la producción e instalación de dicho aislamiento. (Rad y Fallani, 2019)

La construcción y el funcionamiento de los edificios supone un 25% de las emisiones mundiales de CO₂ (Dixit *et al.*, 2010). Casi el 50% del consumo de energía final de la Unión Europea se destina a calefacción y refrigeración, de la cual el 80% se consume en edificios, la consecución de los objetivos de la Unión en materia de energía y cambio climático está relacionada con los esfuerzos de la Unión para renovar su parque inmobiliario priorizando la eficiencia energética, aplicando el principio «primero, la eficiencia energética» y estudiando el despliegue de las energías renovables (OPE, 2018a). Una de las mayores causas de la pérdida energética de los edificios es el intercambio de calor a través de los cerramientos exteriores (Rad y Fallahi, 2019). Por ello, la primera vía para reducir el consumo de energía de los edificios de uso residencial es disminuir drásticamente las necesidades de calefacción mejorando el aislamiento de su envolvente térmica (Georges *et al.*, 2012).

Por todo ello, la optimización de la envolvente térmica será uno de los principales ejes de este trabajo técnico para reducir, en la medida de lo posible, la demanda energética de climatización.

2.2.2 Efecto de la configuración geométrica de las viviendas

Por otro lado, debemos tener en cuenta que las viviendas aisladas unifamiliares siguen siendo el tipo de edificio residencial más vendido hoy en día en varios países desarrollados como Estados Unidos, Inglaterra, Australia, Canadá, Nueva Zelanda... Esto repercute en que se debe mejorar el rendimiento térmico de las mismas ya que se ha comprobado que las viviendas unifamiliares grandes requieren más energía para calefacción que las más pequeñas aisladas ambas al mismo nivel.

Aunque los requerimientos de aislamiento han aumentado, así como el rendimiento de las instalaciones de climatización a lo largo de los años, el consumo energético para mantener una vivienda unifamiliar moderna de gran tamaño a una temperatura constante puede ser igual a la requerida por una antigua vivienda unifamiliar pequeña (Viggers *et al.*, 2017).

Las *passive house* son una alternativa fiable para conseguir edificios sostenibles. Una casa pasiva requiere un máximo de 15 kWh/(m²·año) de energía útil suministrada por calefacción (Kassai, 2017).

La baja pérdida de calor por transmisión se logra mediante envolventes térmicas del edificio bien aisladas y herméticas, reduciendo los puentes térmicos (Nyers *et al.*, 2014). Una casa pasiva tiene un sistema de ventilación controlada integrado con recuperación de calor del aire expulsado, lo que reduce las pérdidas de calor debido a la ventilación (Calay *et al.*, 2000; Cao *et al.*, 2014) y proporciona una calidad de aire interior saludable (Croitoru *et al.*, 2015).

Uno de los principales retos en la industria de la construcción es determinar el espesor y el material de los aislamientos que se utilizan en la pared externa. La selección de los parámetros antes

mencionados depende de varios aspectos, como la energía, el medio ambiente y la economía (Rad y Fallahi, 2019).

Por último, sabiendo que las viviendas aisladas tienen un área de transferencia de calor más grande que las viviendas adosadas para la misma superficie útil construida (Viggers *et al.*, 2017), es labor del ingeniero evitar al máximo la pérdida de calor de la vivienda aun cuando las condiciones geométricas de esta no son favorables.

Por ello, la configuración geométrica será uno de los factores determinantes a la hora de mejorar la eficiencia energética de viviendas aisladas de gran superficie, como es el caso en este trabajo técnico.

2.3 Eficiencia energética de los sistemas de climatización

Reducir el consumo de energía de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) es cada vez más importante debido al aumento del coste de los combustibles fósiles y las preocupaciones ambientales.

Por lo tanto, debemos encontrar formas novedosas de reducir el consumo de energía en los edificios sin comprometer el confort y la calidad del aire interior, algo que es un desafío de investigación en curso.

Una opción para lograr este objetivo es combinar diferentes componentes de HVAC para crear una configuración energéticamente eficiente.

Debido a que la carga de climatización del edificio varía a lo largo del día, un sistema HVAC debe diseñarse en conjunto con un óptimo esquema de dimensionamiento que mantendrá las variables del proceso en su punto de ajuste requerido para mantener la comodidad bajo cualquier carga de condiciones (Vakiloroaya *et al.*, 2014).

Eso actualmente se traduce en una de las exigencias de la normativa española a través del apartado de Reglamento instalaciones térmicas en los edificios del Código Técnico de la Edificación (RITE).

Es por esto, que se implementarán tres sistemas con combinaciones de las tecnologías mas usadas a nivel mundial para la climatización de viviendas, para su posterior estudio en materia de eficiencia energética y coste económico.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

3 Especificaciones técnicas

3.1 Ubicación y parcela

La ubicación de esta vivienda está en la calle Paseo del Parque, nº176, Urbanización de Sotogrande, término municipal de San Roque, Cádiz, España (Tabla 1)(Figura 1).

El emplazamiento en esta carretera es en una calle ascendente que deja unas vistas al Mar Mediterráneo a la fachada principal al este.



Figura 1. Ubicación geográfica.

La parcela en la que se va a edificar la vivienda (recinto en rojo) es un terreno de 4084.00 m² con una separación de los linderos de 3 y 6m.

La edificabilidad es de aproximadamente 1225.20 m², lo que supone un 30% del terreno.

Las superficies cerradas son 621.90 m² junto con un garaje de 54.56 m².

Tabla 1. Coordenadas globales.

Vivienda	Coordenadas
Villa 7 Gardens	latitud: 36°17'08.1"N y longitud: 5°18'02.6"W

Para información más detallada de la ubicación, parcela y orientación ver Plano G01.

3.2 Descripción y distribución de la vivienda

La edificación por estudiar se trata de un proyecto de una vivienda unifamiliar aislada de lujo de una planta proyectada por un estudio de arquitectura llamado ARK Arquitectos, empresa localizada en Soto grande (Cádiz) y dedicada al sector de la vivienda de lujo en la costa del Sol para la propietaria de la parcela Acanto Inmuebles 2018 S.L.

La vivienda, de unas marcadas características mediterráneas, se caracteriza por ser de alta gama con una tendencia arquitectónica al minimalismo (capacidad espacial de obtener lo máximo, con el mínimo de material). Intenta captar toda la energía de la luz solar mediante el uso masivo de cristaleras y del color blanco en cada uno de sus paramentos (Figuras 2 y 3).



Figura 2. Fachada oeste.

El uso de piedras calizas como el mármol, maderas como el roble y metales ligeros como el aluminio crean una vivienda de altas prestaciones. En el exterior dispone de un amplio jardín mediterráneo con olivos y una piscina climatizada.



Figura 3. Salón-comedor-terraza.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Como se puede observar, las dimensiones de la vivienda son bastante grandes y la relación superficie-volumen es bastante desfavorable en términos energéticos. Su superficie en planta a edificar es de 699.56 m².

Para información más detallada de la edificabilidad ver Plano G01.

La organización espacial se compone en un gran salón-comedor con una inmensa cristalera que mira al oeste en el que se centra toda la casa y que divide horizontalmente en dos alas la vivienda (Tabla 2). En el ala norte se sitúan mayoritariamente dormitorios y baños, mientras que en el ala sur se localiza principalmente los cuartos de instalaciones, garaje junto con un 4º dormitorio con su baño

Tabla 2. Distribución en planta.

Designación	Superficie útil (m ²)	Climatización
Ala norte		
Dormitorio-Vestidor-Baño principal	46.42	SI
Dormitorio 1	18.89	SI
Baño 1	7.80	SI
Dormitorio 2	18.89	SI
Baño 2	7.80	SI
Dormitorio 3	18.31	SI
Distribuidor	49.65	SI
Despacho	22.40	SI
Parte Central		
Salón-comedor-cocina-hall-pasillo bodega	150	SI
Ala sur		
Cocina	41.90	SI
Dormitorio 4	28	SI
Baño 4	6.86	SI
Aseo	2.47	NO
Distribuidor	4.92	NO
Garaje	55.26	NO
Almacén	5.68	NO
Lavandería	5.68	NO
Instalaciones	21.62	NO
Distribuidor 2	41.90	NO

En total se dispone de una suma de 675 m² de superficie útil, de los cuales los únicos recintos a climatizar supondrán un área total de 396 m², lo que supone un 58.66% de la superficie total habitable.

Para información más detallada de la distribución en planta ver Plano B02.

3.3 Elementos constructivos

En base a los planos, los detalles constructivos proyectados para la vivienda son los que se describen a continuación:

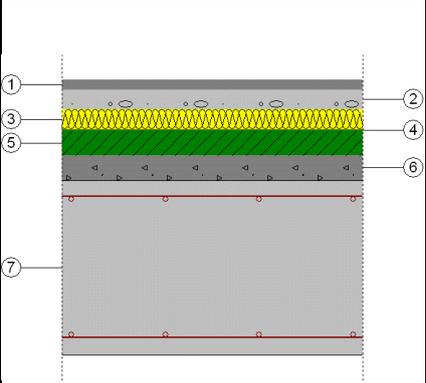
Para información más detallada de los materiales usados ver Anexo 1.

Para información más detallada de la disposición de los paramentos ver Plano A02 y A05.

3.3.1 Solera

La solera de compartimentación horizontal entre pisos este diseñada mediante una losa maciza hecha con un forjado horizontal de hormigón armado con una capa de mortero autonivelante o de regularización junto con una capa de compresión. En el ámbito aislante se usa una capa de lana de roca de 4cm. El solado se compone de baldosas de travertino anticuado dispuestas con adhesivo cementoso. (Tabla 3)

Tabla 3. Composición de la solera.

Losa maciza - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de piedra natural sobre una superficie plana, con adhesivo																	
	Listado de capas:																
	<table border="1"> <tr> <td>1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige</td> <td>2 cm</td> </tr> <tr> <td>2 - Base de mortero autonivelante de cemento</td> <td>4 cm</td> </tr> <tr> <td>3 - Lana mineral</td> <td>4 cm</td> </tr> <tr> <td>4 - Mortero autonivelante de cemento</td> <td>0.2 cm</td> </tr> <tr> <td>5 - Arena y grava (densidad 1700)</td> <td>5 cm</td> </tr> <tr> <td>6 - Densidad media (densidad 1800)</td> <td>5 cm</td> </tr> <tr> <td>7 - Losa maciza 35 cm</td> <td>35 cm</td> </tr> <tr> <td>Espesor total:</td> <td>55.2 cm</td> </tr> </table>	1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2 cm	2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm	3 - Lana mineral	4 cm	4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm	5 - Arena y grava (densidad 1700)	5 cm	6 - Densidad media (densidad 1800)	5 cm	7 - Losa maciza 35 cm	35 cm	Espesor total:	55.2 cm
	1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2 cm															
	2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm															
	3 - Lana mineral	4 cm															
	4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm															
	5 - Arena y grava (densidad 1700)	5 cm															
	6 - Densidad media (densidad 1800)	5 cm															
7 - Losa maciza 35 cm	35 cm																
Espesor total:	55.2 cm																
Limitación de demanda energética	U _c refrigeración: 0.62 W/(m ² ·K)																
	U _c calefacción: 0.61 W/(m ² ·K)																

3.3.2 Fachada exterior

La composición de la fachada exterior, que será la fachada con la misión de aislar térmicamente toda la envolvente de la vivienda esta constituida en una hoja exterior de fábrica de ladrillo cerámico hueco junto con una hoja interior de fábrica de ladrillo cerámico hueco entre los cuales se sitúan una capa aislante de lana de roca junto con una cámara de aire. El revestimiento exterior es de mortero monocapa y el interior se basa en un guarnecido y enlucido de yeso al que se le aplica una fina capa de pintura plástica. (Tabla 4)

Tabla 4. Composición de la fachada envolvente.

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		
	Listado de capas:	
	1 - Mortero monocapa	1.5 cm
	2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
	3 - Lana mineral	4 cm
	4 - Cámara de aire sin ventilar	11 cm
	5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10 cm
	6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	7 - Pintura plástica	---
Espesor total: 39.5 cm		
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.488 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

3.3.3 Sistema de compartimentación

El sistema de compartimentación usado en esta vivienda se basa en una serie de tabiques y tabicones, los cuales son de dos hojas de ladrillo cerámico hueco con cámara de aire con un modelo normal (Tabla 5) y otro fino (Tabla 6) usado mayoritariamente para las separaciones entre los dormitorios y los baños.

Por otro lado, para la separación entre las cabeceras de los dormitorios y para insonorizar el cuarto de instalaciones compuesto por maquinaria de calefacción, se ha diseñado un tabique especial compuesto por doble hoja de ladrillo cerámico hueco con una lámina lana mineral de alta gama ROCKWOOL con un modelo normal (Tabla 7) y otro fino (Tabla 8).

También se ha dispuesto de un tabique de distribución de una sola hoja de ladrillo cerámico hueco para la separación de espacios interiores (Tabla 9).

Por último, se ha diseñado un tabicón de una hoja de un pie de fábrica de ladrillo que se usa en el exterior de la vivienda como extensión de algunas esquinas de la fachada exterior para funciones estéticas reduciendo la capacidad aislante de la envolvente ya que este tabique actúa como una aleta térmica. (Tabla 10).

Todos los paramentos incorporan una aplicación en ambas caras de un guarnecido y enlucido de yeso con un acabado final de pintura plástica.

Tabla 5. Composición del tabique con cámara de aire.

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		
	Listado de capas:	
	1 - Pintura plástica	---
	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
	4 - Yeso (densidad 900)	2.5 cm
	5 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm
	6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
	7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	8 - Pintura plástica	---
Espesor total:	45 cm	
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.94 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 6. Composición del tabique con cámara de aire modelo fino.

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		
	Listado de capas:	
	1 - Pintura plástica	---
	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
	4 - Cámara de aire sin ventilar	5.5 cm
	5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
	6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	7 - Pintura plástica	---
	Espesor total:	30 cm
Limitación de demanda energética	$U_m: 1.023 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

Tabla 7. Composición del tabique acústico.

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO		
	Listado de capas:	
	1 - Pintura plástica	---
	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
	4 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm
	5 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
	6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
	7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	8 - Pintura plástica	---
Espesor total:	44 cm	
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.407 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

Tabla 8. Composición del tabique acústico modelo fino.

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		
	Listado de capas:	
	1 - Pintura plástica	---
	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
	4 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
	5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
	6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	7 - Pintura plástica	---
	Espesor total:	29 cm
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.442 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

Tabla 9. Composición del tabique de distribución.

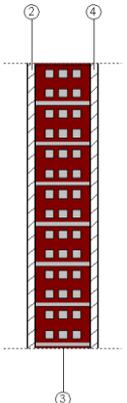
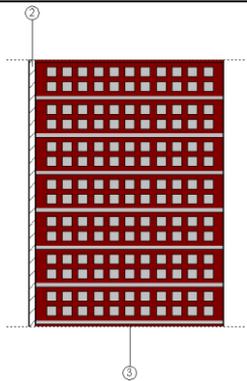
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		
	Listado de capas:	
	1 - Pintura plástica	---
	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
	4 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	5 - Pintura plástica	---
Espesor total:	14.5 cm	
Limitación de demanda energética	$U_m: 1.766 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

Tabla 10. Composición del tabicón.

Tabicón de una hoja, para revestir PIE DE FABRICA		
	Listado de capas:	
	1 - Pintura plástica	---
	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	42 cm
	4 - Pintura plástica	---
	Espesor total:	43.5 cm
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

3.3.3.1 Cubierta

La composición de la cubierta exterior transitable es de tipo convencional con un forjado de hormigón armado de aproximadamente de 24cm de espesor.

Respecto al nivel de aislamiento se ha dispuesto una capa de lana mineral de 5cm de espesor con una impermeabilización realizada con una lámina bicapa de betún modificado (SBS). Para aumentar su aislamiento térmico y capacidad de drenaje se ha colocado una capa de piedras redondeadas blancas.

Por otro lado, el revestimiento del techo de la solera está compuesto por un falso techo continuo con cámara de aire soportado por una estructura metálica resistente al fuego formado por placas de yeso laminado con un acabado con pintura plástica. (Tabla 11)

Tabla 11. Composición de la cubierta.

Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado, suspendido con estructura metálica - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas.		
	Listado de capas:	
	1 - Roca natural, cristalina	5 cm
	2 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
	3 - Lana mineral soldable	5 cm
	4 - Impermeabilización asfáltica bicapa adherida	0.55 cm
	5 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
	6 - Losa maciza 24 cm	24 cm
	7 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
	8 - Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.25 cm
	9 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---
Espesor total:		75.88 cm
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.418 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
	$U_m: 0.417 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

3.3.3.2 Carpintería y cerramientos

Ya que la fachada Oeste y Norte son en su mayoría cristalerías, la carpintería se basa en amplias puertas de aluminio, con hojas correderas de grandes dimensiones que incorporan doble cámara interior, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para la mejora del aislamiento térmico. (Tabla 12)

Tabla 12. Composición de la carpintería.

Puerta de aluminio, corredera simple, Hi-finity motorizada (PERSIANAS)	
Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_m : 1.39 W/(m ² ·K)
	Factor solar, F: 0.16
Características de la carpintería 	Transmitancia térmica, U_m : 4.0 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Deslizante
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2
	Absortividad, a_s : 0.4 (color claro)

3.4 Normativa

Para el correcto desarrollo de este trabajo técnico se ha aplicado el Código Técnico de la Edificación para poder calcular con exactitud los parámetros de aislamiento, climatización y rendimiento energético:

Dado que todos los edificios deben de disponer de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la zona climática de su ubicación, del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención y para que se eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables se ha aplicado el DB-HE en su sección HE-1: Condiciones para el control de la demanda energética (BOE 28 marzo 2006) y posteriormente se aplicará (BOE 27 diciembre 2013).

Una vez cumplido con los requerimientos energéticos de la vivienda, se procede a calcular mediante la sección HE-2: Rendimiento de las instalaciones térmicas (BOE 27 diciembre 2013) las instalaciones térmicas de las que dispone la vivienda, que será apropiada para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

Ya que el consumo energético de los edificios se debe limitar en función de la zona climática de su ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención. El consumo energético se satisfará, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables, como lo exige el HE-0: Limitación del consumo energético (BOE 27 diciembre 2013)

Respecto a la normativa sobre parámetros térmicos para desarrollar el análisis de los puentes térmicos lineales se han tenido en cuenta para la resistencia y transmitancia térmica de los elementos constructivos: la UNE-EN ISO 6946 sobre los elementos y componentes de la edificación, UNE-EN ISO 13370 sobre las prestaciones térmicas de los edificios, así como la transmitancia por el terreno, la UNE-EN ISO 10077-1 sobre las características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. También es aplicable la norma UNE-EN ISO 13789 para los coeficientes de transferencia de calor por transmisión y ventilación.

Sobre las carpinterías en recintos cerrados se ha usado la normativa UNE-EN 14351-1 para los límites estanqueidad en las manillas y herrajes de puertas y ventanas, la norma UNE-EN 12207 para la estanqueidad al viento de las carpinterías, la norma UNE-EN 12208 para la clasificación de estanqueidad frente al agua y la norma UNE-EN 12210 para la resistencia a la carga del viento.

Los límites de presión sonora para las rejillas y para los conductos, tanto en climatización como en ventilación se han obtenido de la norma UNE-CEN/TR 16798-4:2017 (AENOR, 2017).

Para realizar el estudio de impacto ambiental, se ha usado el documento reconocido del RITE (Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso de energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España) del año 2016, de donde se han extraído los valores de emisión de CO₂.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

4 Materiales y métodos

Para el diseño de los sistemas de climatización de la vivienda objeto de este estudio se han utilizado programas informáticos y se han seguido diferentes directrices de las normativas indicadas en el apartado anterior. En esta sección se describen los diferentes programas informáticos y sus correspondientes módulos de cálculo utilizados. También se indican aquellos parámetros escogidos siguiendo las indicaciones de las diferentes normativas aplicables.

4.1 Programa informático para diseño de la geometría

Mediante el contacto con el estudio de arquitectura se le propone al mismo la posibilidad de poder disponer de los planos arquitectónicos de una de sus viviendas en desarrollo para realizar el presente estudio. El estudio de arquitectura acepta a donar los planos siempre y cuando este estudio tenga un uso divulgativo.

Una vez adquirido los planos constructivos en formato digital los abrimos en Autocad 2018 (AutoDesk, California, USA) y comenzamos el estudio de estos para averiguar fallas, recopilar información de los aspectos geométricos, constructivos, energéticos...

4.2 Programa informático para los cálculos térmicos

Una vez analizados los planos, se dispone a insertar la geometría en el programa CYPECAD (CYPE Ingenieros SA, Alicante, España), en concreto el módulo de análisis térmico de CYPEMEEP para el cálculo de la envolvente térmica e instalaciones correspondientes. Para levantar un modelo verídico de la vivienda y posterior instalación de los sistemas de climatización se siguieron los siguientes pasos:

- a. Introducción de los parámetros y datos generales de la vivienda: se introduce la ubicación, uso residencial, orientación de la vivienda, parámetros de sombra... (ver Plano G01).
- b. Diseño de la albañilería, carpintería y elementos constructivos: se diseñan uno a uno los diferentes componentes de cada compartimentación y de cada carpintería siguiendo estrictamente las indicaciones del arquitecto (Apartado 1.3.3) (ver Plano A02)
- c. Levantamiento 3D de la vivienda: Se introducen todos los elementos constructivos dentro de la geometría de la vivienda lo que permite una vista en 3D (Figura 4).

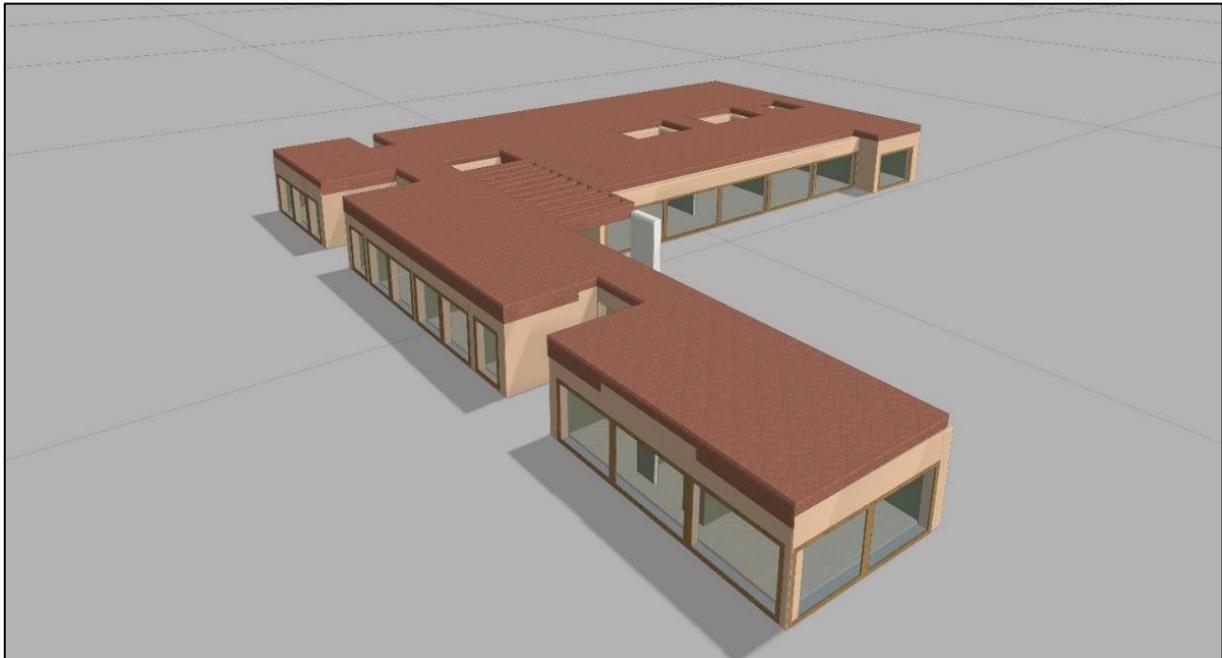


Figura 4. Levantamiento 3D de la vivienda en CYPECAD MEP.

4.3 Criterios de diseño de la envolvente térmica según el CTE DB-HE. Sección HE1

Una vez introducidos los datos en el programa se aplica la normativa del CTE DB-HE 1.

La aplicación de esta sección del CTE abarca los edificios de nueva construcción y a las intervenciones en edificios existentes ya sean ampliaciones, cambios de uso o reformas.

En el caso de este estudio, se trata de una vivienda de nueva construcción, lo que supone que se debe de aplicar este documento para:

- Garantizar que se controla la demanda energética mediante el dimensionamiento correcto de una envolvente térmica tal que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico.
- Dimensionar correctamente la envolvente según la zona climática de invierno de la vivienda para que no se produzcan descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables.
- Diseñar un buen sistema de particiones (tabiquería) para limitar la transferencia de calor entre los distintos recintos de la vivienda.
- Limitar los riesgos asociados a los procesos de merma en los distintos equipos de climatización respecto a su funcionamiento o vida útil, tales como las condensaciones.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Sobre la envolvente térmica primeramente se calcula la zona climática de invierno.

Ya que la ubicación donde se encuentra la vivienda, así como la altura sobre el nivel del mar, tienen un gran impacto en la zona climática, procedemos a hallar la zona climática que se encuentra en el anejo B del DB-HE1 donde la letra representa la zona climática de invierno siendo la A la más favorable y la E la más desfavorable y el número representa la zona climática de verano siendo el 1 el más favorable y el 4 el más desfavorable, obteniendo una zona climática **A3** en nuestra vivienda.

El siguiente paso será, mediante la base de datos incorporada en el programa de cálculo, conseguir las características climáticas de la zona (Tabla 13).

Tabla 13. Características climáticas.

Emplazamiento	San Roque (Cádiz)
Latitud (N)	36.22 grados
Longitud (E)	-5.40 grados
Altitud sobre el nivel del mar	109 m
Percentil para verano	5.0 %
Temperatura seca verano	33.10 °C
Temperatura húmeda verano	22.60 °C
Oscilación media diaria	14 °C
Oscilación media anual	35.5 °C
Percentil para invierno	97.5 %
Temperatura seca en invierno	2.10 °C
Humedad relativa en invierno	90 %
Velocidad del viento	7.2 m/s
Temperatura del terreno	6.70 °C

A continuación, realizaremos la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

Primeramente, hallaremos la correspondiente carga térmica para la ocupación de los recintos, según Apéndice D de CTE DB HE 1. (Tabla 14).

Tabla 14. Cargas internas para viviendas de uso residencial privado.

Carga interna W/m ²		0:00	7:00	15:00	18:00	19:00	23:00
		-	-	-	-	-	-
		6:59	14:59	17:59	18:59	22:59	23:59
Ocupación sensible	Laboral	2.15	0.54	1.08	1.08	1.08	2.15
	S y D	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente	Laboral	1.36	0.34	0.68	0.68	0.68	1.36
	S y D	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación	Laboral	0.44	1.32	1.32	2.20	4.40	2.20
	S y D						
Equipos	Laboral	0.44	1.32	1.32	2.20	4.40	2.20
	S y D						

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Seguidamente aplicaremos la ecuación para hallar la carga interna media horaria (CFI) de una semana tipo por unidad de superficie según las cargas internas de la vivienda (Tabla 15).

Tabla 15. Total de cargas internas de la vivienda.

	Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Perfil: Residencial (uso residencial)																									
Temp. Consigna Alta (°C)																									
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																									
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)																									
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15	
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	
Ocupación latente (W/m²)																									
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36	
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	
Iluminación (W/m²)																									
Laboral, sábado y Festivo	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	2.2	
Equipos (W/m²)																									
Laboral, sábado y Festivo	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	2.2	
Ventilación verano																									
Laboral, sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Ventilación invierno																									
Laboral, sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Ahora calcularemos mediante la siguiente fórmula:

$$CFI = \frac{\Sigma Coc}{(7 \cdot 24)} + \frac{\Sigma Cil}{(7 \cdot 24)} + \frac{\Sigma Ceq}{(7 \cdot 24)} = \frac{254 \frac{W}{m^2}}{7 \cdot 24} + \frac{363.44 \frac{W}{m^2}}{7 \cdot 24} + \frac{363.44 \frac{W}{m^2}}{7 \cdot 24} =$$

$$= 5.83 \text{ W/m}^2$$

Donde:

- ΣCoc = suma de las cargas sensibles nominales por ocupación [W/m^2], por hora y a lo largo de una semana tipo
- ΣCil = suma de las cargas nominales por iluminación [W/m^2], por hora y a lo largo de una semana tipo
- ΣCeq = suma de las cargas nominales de equipos [W/m^2], por hora y a lo largo de una semana tipo

Una vez calculada la carga interna media, introducimos el resultado según Apéndice A de CTE DB HE 1 para hallar el nivel de carga interna, obteniendo un nivel de **carga interna baja**. (Tabla 16)

Tabla 16. Nivel de carga interna según Apéndice A de CTE DB HE 1.

Nivel de carga interna	Carga interna media, CFI [W/m^2]
Baja	$CFI < 6$
Media	$6 \leq CFI < 9$
Alta	$9 \leq CFI < 12$
Muy alta	$12 \leq CFI$

Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus condiciones operacionales conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su acondicionamiento térmico, y sus solicitudes interiores debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación. (Tabla 17)

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 17. Agrupaciones de los recintos.

Vivienda unifamiliar de perfil residencial	S (m ²)	V (m ³)	bve	renh (1/h)	ΣQocu p,s (kWh/año)	ΣQequi p (kWh/año)	ΣQilum (kWh/año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refrig. media (°C)
Dormitorio ppal	49.09	127.42	1.00	0.63	649.9	709.6	709.6	19.0	26.0
Dormitorio 1	18.80	48.79	1.00	0.63	248.9	271.7	271.7	19.0	26.0
Dormitorio 2	18.49	47.94	1.00	0.63	244.7	267.2	267.2	19.0	26.0
Dormitorio 3	17.59	45.65	1.00	0.63	232.8	254.2	254.2	19.0	26.0
Dormitorio 4	27.97	72.59	1.00	0.63	370.2	404.2	404.2	19.0	26.0
Aseo 1	7.45	19.33	1.00	0.63	98.7	107.7	107.7	19.0	26.0
Aseo 2	7.53	19.52	1.00	0.63	99.7	108.8	108.8	19.0	26.0
Aseo 3	7.57	19.64	1.00	0.63	100.3	109.5	109.5	19.0	26.0
Aseo 4	6.26	16.24	1.00	0.63	82.9	90.5	90.5	19.0	26.0
Cocina	40.59	105.36	1.00	0.63	537.4	586.7	586.7	19.0	26.0
Pasillo	48.23	125.19	1.00	0.63	638.5	697.2	697.2	19.0	26.0
Despacho	22.95	59.58	1.00	0.63	303.9	331.8	331.8	19.0	26.0
Salón-comedor-hall	149.64	388.38	1.00	0.63	1981.0	2162.9	2162.9	19.0	26.0
TOTAL	422.17	1095.62	1.00	0.63/1.027*/4**	5588.8	6102.1	6102.1	19.0	26.0

Donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.
- bve: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación.
- renh: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas y los periodos de 'free cooling'.
- **: Valor nominal del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable en régimen de 'free cooling' (ventilación natural nocturna en las noches de verano).
- Qocup,s: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
- Qequi: Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
- Qilum: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
- T^a calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
- T^a refrig. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Posteriormente y una vez definidos los parámetros que intervienen en el cálculo, insertada la geometría y características de los cerramientos, huecos y puentes térmicos, se procede al cálculo del porcentaje de ahorro mínimo en la demanda energética conjunta en comparación con un edificio de referencia.

La demanda energética de calefacción de esta vivienda de uso residencial, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal, vivienda} < D_{cal, lim} = D_{cal, base} + F_{cal, sup} / S$$

Donde:

- $D_{cal,lim}$ es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en $kW \cdot h/m^2 \cdot año$, considerada la superficie útil de los espacios habitables;
- $D_{cal,base}$ es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;
- $F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, que toma los valores de la tabla 2.1 del CTE DB-HE 1
- S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m^2

Hallando los valores correspondientes en nuestro caso de estudio para una zona climática A obtenemos $D_{cal,base}$ a $15 \text{ kWh}/(m^2 \cdot año)$ y $F_{cal,sup}$ a 0 . (Tabla 18)

Tabla 18. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción.

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base} [kW \cdot h/m^2 \cdot año]$	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

La superficie útil de los espacios habitables de la vivienda ya ha sido detallada en la tabla 17.

Por último, la demanda energética de refrigeración de esta vivienda de uso residencial, en su caso, no debe superar el valor de $D_{ref,lim} = 15 \text{ kW} \cdot h/m^2 \cdot año$ para las zonas climáticas de verano 1, 2 y 3, lo que supone que nuestra vivienda que pertenece a la zona climática de verano 3, debe limitarse a $15 \text{ kW} \cdot h/m^2 \cdot año$.

$$D_{ref, vivienda} < D_{ref, lim}$$

En resumen, las limitaciones en demanda energética en calefacción y refrigeración para el cumplimiento del CTE DB HE 1 son:

$$D_{cal, vivienda} < 15 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} + \frac{0}{422.17 m^2} \rightarrow D_{cal, vivienda} < 15 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

$$D_{ref, vivienda} < 15 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

4.4 Criterios de diseño de las instalaciones térmicas según el CTE DB-HE. Sección HE2 (RITE)

Todas las instalaciones de climatización deben de cumplir una serie de requisitos en materia del bienestar térmico de los ocupantes de la vivienda para su correcto funcionamiento. Estos requisitos vienen desarrollados en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

Como nuestra vivienda es de nueva construcción y dado el RITE considera cómo instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización, y producción de agua caliente sanitaria, las instalaciones de climatización diseñadas en este trabajo técnico deben de cumplir tres requisitos esenciales:

1. Exigencias de bienestar térmico e higiene
2. Exigencias en materia de eficiencia energética
3. Exigencias de seguridad

4.4.1 Exigencias de bienestar térmico e higiene

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que sean aceptables para los usuarios del edificio sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente.

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha cuando se cumplen los parámetros del bienestar térmico, cómo son la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, la temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire e intensidad de la turbulencia.

- Temperatura operativa y humedad relativa

Se han adoptado los parámetros 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 tabla 1.4.1.1 del RITE.

Respecto a la velocidad media del aire, se han tomado unas referencias teniendo en cuenta los límites de bienestar según la actividad de las personas y su vestimenta. Además, sobre la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V), se calculará para valores de la temperatura seca t del aire dentro de los márgenes de 20 °C a 27 °C.

En nuestro caso, disponemos de una difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40 % y PPD por corrientes de aire del 15 %.

$$V = \frac{t}{100} - 0.07 \quad \frac{m}{s}$$

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Estos parámetros serán los que se deben de cumplir en las zonas ocupadas. (Tabla 19)

Tabla 19. Rango de valores de las condiciones interiores.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	23 < T < 25
Humedad relativa en verano (%)	45 < HR < 60
Temperatura operativa en invierno (°C)	21 < T < 23
Humedad relativa en invierno (%)	40 < HR < 50
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	V < 0.14

- Calidad del aire interior

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto, se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del CTE, siendo las mismas para los tres tipos de climatización a estudiar.

Por otro lado, el caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.1 (Tabla 20)

Tabla 20. Caudales de aire exterior en dm³/s por persona.

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

Estas características de caudal por persona nos proporcionan los caudales de ventilación necesarios para los recintos usados en el proyecto. (Tabla 21)

Tabla 21. Caudales de ventilación por referencia de recinto.

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m ³ /h)	Por unidad de superficie (m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

- Exigencia de higiene

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías. La instalación interior de ACS (agua caliente sanitaria) se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

- Exigencia de calidad acústica

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

4.4.2 Exigencias en materia de eficiencia energética

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales.

La exigencia en materia de eficiencia energética de la instalación considera satisfecha cuando se cumplen los ajustes a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

- Cargas térmicas de cada recinto

Se calcularán todas las cargas térmicas, tanto las cargas máximas simultáneas de refrigeración y calefacción como las cargas parciales y mínimas de refrigeración y calefacción. (Apartado 1.7.1)

Para más información sobre las cargas térmicas, ver Anexo 5.

4.4.3 Exigencia en materia de seguridad

La exigencia en materia de seguridad de la instalación debe diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

En nuestra vivienda a estudiar, los tres sistemas de climatización deben de cumplir una serie de requisitos respecto a:

- Seguridad en la generación de calor y frío: Especificando las condiciones respecto a:
 - Sala de máquinas
 - Chimeneas
 - Almacenamiento de combustibles sólidos

- Seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío

Cálculo de las necesidades de calefacción y refrigeración (cargas térmicas) de las diferentes estancias a climatizar. (Apartado 1.7.1) (Anexo 5) para su posterior validación. (Apartados 1.7.2, 1.7.3 y 1.7.4) (Anexos 6, 7 y 8)

4.5 Criterios de diseño del consumo energético según el CTE DB-HE. Sección HE0

Para la aplicación de este documento, el consumo energético de la vivienda se limitará en función de la zona climática de su ubicación, el uso del edificio (residencial unifamiliar) y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención. El consumo energético se satisfará, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.

Las exigencias de este documento son:

- Consumo de energía primaria no renovable:

El consumo de energía primaria no renovable no debe superar el valor límite Cep,lim :

$$Cep,lim = Cep,base + \frac{Fep,sup}{S}$$

Donde:

- Cep,lim es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable
- $Cep,base$ es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio.
- Fep,sup es el factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable

Esto conlleva que nuestra vivienda, según la zona climática de invierno obtendrá un valor de consumo energético de base que, junto con un factor de corrección y la superficie útil a climatizar, nos dará un valor límite que nuestra vivienda no debe superar (Tabla 22).

Tabla 22. Valor base en kW·h/m²·año y factor para uso residencial privado.

	Zona climática de Invierno					
	α	A	B	C	D	E
$Cep,base$ (kW·h/m ² ·año)	40	40	45	50	60	70
Fep,sup	1000	1000	1000	1500	3000	4000

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Aplicando la fórmula obtenemos que:

$$Cep, vivienda < Cep, lim = 40 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} + \frac{1000}{422.17 m^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow Cep, vivienda < 42.37 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

Los datos para el cálculo del consumo energético (Cep,vivienda), dependen de los tres sistemas de climatización implementados y de qué tipo de fuente de energía no renovable se consume.

Tabla 23. Sistemas de climatización y origen su respectiva fuente de energía.

	Calefacción	Refrigeración	Fuente calefacción	Fuente refrigeración
Sistema 1	Radiadores	<i>Multi split</i>	Caldera gas	Electricidad
Sistema 2	Suelo radiante	<i>Multi split</i>	Caldera gasóleo	Electricidad
Sistema 3	Sistema centralizado-bomba de calor		Electricidad	

Para facilitar al programa el cálculo del consumo energético anual se han mantenido una serie de valores fijos en el ámbito de la producción de ACS y apoyo solar térmico, para que, en las mismas condiciones de la vivienda, poder estudiar la eficiencia energética de los tres sistemas de climatización (Apartado 1.8).

Para más información del cumplimiento del DB-HE 0 de cada sistema, ver (Apartado 1.8) (Anexos 9, 10 y 11)

Estos valores comunes a los tres sistemas de climatización son los siguientes:

- Respecto a la producción de ACS se ha considerado que será producida mediante una caldera eléctrica de capacidad calorífica nominal de 5 kW y un rendimiento medio estacional de calor (COP) de 0.9.
- Respecto al porcentaje de demanda de ACS satisfecha con energía solar térmica será el valor mínimo exigido en el CTE DB-HE 4 donde se aclara lo siguiente:

Para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS, suponiendo un aporte del 50%, es decir, la mitad de ACS debe de ser producida con apoyo solar (Tabla 24).

Tabla 24. Porcentaje de contribución de ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (L/día)	Zona climática				
	1	2	3	4	5
50-5000	30	30	40	50	60
5000-10000	30	40	50	60	70
>10000	30	50	60	70	70

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Durante la realización de este Trabajo Técnico, para el cumplimiento del CTE DB-HE 1 se usó el programa CYPECAD MEP en una versión antigua, lo que hizo que se calcularan inicialmente los parámetros de la envolvente respecto al DB-HE 1 del 2006 cumpliendo todos los parámetros con normalidad.

Posteriormente se introdujo la obra en una versión más actual, en concreto CYPECAD MEP en su versión 2019, calculando los parámetros de la envolvente respecto al DB-HE 1 del 2013, una normativa mucho más restrictiva, cuyo reglamento no cumplió.

Para más información del incumplimiento del DB-HE 1 en su versión 2013, ver Anexo 2.

Por ello se decide mejorar la envolvente térmica de la vivienda (Apartado 1.6) y a partir de ese momento, se decide exportar el trabajo a la versión CYPECAD MEP 2019 y realizar el resto de los cálculos íntegramente en esta versión más actual obteniendo unos resultados actualizados al nuevo CTE y aplicándose las más restrictivas exigencias en el ámbito del consumo energético. (Figura 5).

Para más información del cumplimiento del DB-HE 1 en su versión 2013, ver Anexo 4.



Figura 5. Vista en planta de la vivienda.

5 Fases de desarrollo

El trabajo se desarrollará en las siguientes fases (Tabla 25):

- 1º. Selección del edificio objeto del trabajo y obtención de los planos constructivos del gabinete de ingeniería (julio-agosto 2020).
- 2º. Búsqueda de información bibliográfica (julio-septiembre 2020).
- 3º. Dimensionado del aislamiento térmico de la vivienda (septiembre-octubre 2020).
- 4º. Diseño de los sistemas de climatización (octubre-noviembre 2020).
- 5º. Análisis energético y económico de los diferentes sistemas de climatización (octubre-diciembre 2020).
- 6º. Redacción del trabajo fin de grado (octubre-diciembre 2020).

Tabla 25. Cronograma de la realización de actividades.

Año	2020					
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Tareas a realizar						
Selección del edificio						
Búsqueda de información						
Dimensionado de cerramientos						
Diseño instalaciones						
Análisis energético y económico						
Redacción del documento						

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

6 Integración de competencias

En el desarrollo del presente trabajo se han integrado varias de las competencias específicas de la titulación. Entre ellas cabe destacar las siguientes:

6.1 Competencias específicas

En el desarrollo del proyecto fue necesario el manejo y diseño de planos, que está relacionada con la competencia de *CTEM001 - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica*, trabajada en la asignatura de primer curso de Expresión Gráfica (44101109). Además, los planos se han desarrollado mediante sistemas de diseño gráfico asistido por ordenador (CAD), relacionados con dicha competencia específica de la titulación vinculada a la asignatura de Diseño Asistido por Ordenador (29103211).

En el cálculo de la envolvente térmica del edificio y el diseño de los diferentes sistemas de climatización se ha desarrollado la competencia específica *CR1001 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería* relacionada con la asignatura de Termotecnia (44102202). Además, dado que todo el trabajo se ha realizado teniendo en cuenta los requisitos básicos del Código Técnico de la Edificación para un uso sostenible de la energía en los edificios, se ha trabajado la competencia de *CR1010 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad*, también vinculada a la asignatura de Termotecnia (44102202).

Entre los sistemas de climatización diseñado se incluye un sistema de calefacción centralizado que utiliza calderas de gas y de gasóleo, que fueron estudiadas en la asignatura de Máquinas y Motores Térmicos (29104213), en la que se desarrolló la competencia de *CTEM003 - Conocimientos aplicados de ingeniería térmica*.

En el diseño de las instalaciones térmicas en el edificio se ha trabajado la competencia de *CTEM005 - Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales*, desarrollada en la asignatura de Instalaciones Industriales (29104221).

6.2 Competencias técnicas transversales

En este trabajo se ha necesitado discernir, analizar y desarrollar según la competencia técnica *CT001 - Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización*, desarrollada en especial en la asignatura de Oficina técnica y proyectos (44104210).

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Por otro lado, para comprobar que la vivienda cumplía todas las especificaciones técnicas en materia de normativa se ha tenido que analizar y entender con precisión las normas vigentes respecto a la construcción de viviendas, haciendo práctica de la competencia *CT006 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento*, adquirida en especial en la asignatura de Instalaciones Industriales (29104221).

Respecto a la capacidad de análisis de datos, tablas y normativa en materia de impacto medioambiental y emisiones de gases contaminantes, desarrollada en Ingeniería de procesos químicos y biotecnológicos (44103217), donde se pudo poner en práctica la competencia transversal *CT007 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas*.

Dado que en el desarrollo de este TFG ha sido necesario seguir las restricciones impuestas por la normativa del CTE, se ha integrado la competencia trasversal a la titulación de *CT011 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial*.

7 Resultados y discusión

7.1 Modificación de la envolvente térmica

Las modificaciones para poder cumplir con la nueva versión del CTE DB-H1 de 2013 se realizan debido al incumplimiento de la vivienda en el ámbito de la envolvente térmica, en concreto en la demanda anual de calefacción por superficie útil (Figura 6).

1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.

$D_{cal,edificio} = 31.60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$ 

donde:

- $D_{cal,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).
- $D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).
- $D_{cal,base}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m²·año).
- $F_{cal,sup}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.
- S : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 438.52 m².

$D_{ref,edificio} = 12.66 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{ref,lim} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$ 

donde:

- $D_{ref,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).
- $D_{ref,lim}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Figura 6. Incumplimiento del DB-HE1 2013.

Analizando el documento emitido por el programa se hallan las distintas causas que provocan una necesidad térmica de calefacción por encima de las requeridas por una vivienda modelo, entre las cuales encontramos tres puntos débiles que debemos de modificar:

- La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados. Forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-33.0 kWh/(m²·año)) y suponen el 43.8% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75.3 kWh/(m²·año)).
- La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros (carpinterías) que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-23.9 kWh/(m²·año)) supone el 31.7% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75.3 kWh/(m²·año)).
- La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-18.5 kWh/(m²·año)) supone el 24.5% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75.3 kWh/(m²·año)). Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-51.4 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el 35.9%.

Para información más detallada del incumplimiento del DB-HE1 ver Anexo 2.

7.1.1 Modificaciones en elementos constructivos pesados

Como se ha comentado la transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados supone el 43.8% de la transmisión térmica total a través de la envolvente, por ello, al tener tanto peso en las pérdidas térmicas deben de ser modificados de una manera eficiente.

Para información más detallada de los nuevos materiales ver Anexo 3.

Para información más detallada de los elementos constructivos originales, ver plano A05 y D01.

7.1.1.1 Modificaciones en la solera

Las pérdidas energéticas a través de la solera de la vivienda suponen unas pérdidas de -6.11 kWh/(m²·año) de un total de pérdidas de -33.0 kWh/(m²·año), lo que supone el 18% de las pérdidas producidas en elementos constructivos pesados.

Las modificaciones realizadas en la solería son referidas tanto a cuestiones térmicas como estructurales.

En un principio la vivienda fue proyectada para poseer un sótano, cosa que finalmente se desestimó y no se llegó a realizar, pasando la solera de estar dispuesta entre dos plantas (sótano-planta baja) a estar posicionada sobre el terreno, de manera que se calculará como una losa de cimentación.

Esta modificación implica un aumento significativo del hormigón armado a usar pasando de unos 35cm de espesor a 50cm además de tener que añadir una primera capa de hormigón de limpieza.

Seguidamente en el ámbito de aislamiento se aumenta el espesor de la capa de poliestireno extruido de 6cm a 10cm consiguiendo un perfecto aislamiento térmico.

El resto de los materiales son un filme de polietileno como capa impermeable seguido de una capa de lana mineral como aislante térmico.

Finalmente contiene una base de mortero autonivelante y un solado que se compone de baldosas de travertino anticuado dispuestas con adhesivo cementoso excepto en el garaje donde se dispondrán unas baldosas cerámicas. (Tabla 26)

Tabla 26. Composición de la solera modificada.

Losa de cimentación - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de piedra natural sobre una superficie plana, con adhesivo																			
	Listado de capas:																		
	<table border="1"> <tr> <td>1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige</td> <td>2 cm</td> </tr> <tr> <td>2 - Base de mortero autonivelante de cemento</td> <td>4 cm</td> </tr> <tr> <td>3 - Lana mineral</td> <td>4 cm</td> </tr> <tr> <td>4 - Mortero autonivelante de cemento</td> <td>0.2 cm</td> </tr> <tr> <td>5 - Hormigón armado</td> <td>50 cm</td> </tr> <tr> <td>6 - Film de polietileno</td> <td>0.02 cm</td> </tr> <tr> <td>7 - Poliestireno extruido</td> <td>10 cm</td> </tr> <tr> <td>8 - Hormigón de limpieza</td> <td>10 cm</td> </tr> <tr> <td>Espesor total:</td> <td>80.22 cm</td> </tr> </table>	1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2 cm	2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm	3 - Lana mineral	4 cm	4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm	5 - Hormigón armado	50 cm	6 - Film de polietileno	0.02 cm	7 - Poliestireno extruido	10 cm	8 - Hormigón de limpieza	10 cm	Espesor total:	80.22 cm
	1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2 cm																	
	2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm																	
	3 - Lana mineral	4 cm																	
	4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm																	
	5 - Hormigón armado	50 cm																	
	6 - Film de polietileno	0.02 cm																	
	7 - Poliestireno extruido	10 cm																	
8 - Hormigón de limpieza	10 cm																		
Espesor total:	80.22 cm																		
Limitación de demanda energética	$U_s: 0.07 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (Para una solera con longitud característica $B' = 8.4 \text{ m}$) Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)																		

Esta serie de modificaciones en el ámbito constructivo y en la composición de la solera reduce la transmitancia térmica de $0.62 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ hasta $0.07 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, lo que supone una reducción de un 88%.

7.1.1.2 Modificaciones en los cerramientos

Las pérdidas energéticas a través de la cubierta de la vivienda suponen unas pérdidas de $-12.12 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$ de un total de $-33.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$, lo que supone un 36.72% del total de pérdidas a través de elementos constructivos pesados.

Las modificaciones que se introdujeron en los paramentos fueron en el ámbito del aislamiento térmico.

En el caso de la fachada revestida que compone la envolvente de la vivienda y supone un total de 375.88 m^2 , se sustituyó el material aislante de lana mineral de 4cm por una capa de Poliestireno extruido (XPS) de 8cm, consiguiendo una disminución de la transmitancia de los $0.48 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ iniciales a un valor de $0.31 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, lo que supondría un 35.41% de reducción de la transmitancia térmica. (Tabla 27)

Tabla 27. Composición de la fachada envolvente modificada.

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada																	
	<p>Listado de capas:</p> <table border="1"> <tr> <td>1 - Mortero monocapa</td> <td>1.5 cm</td> </tr> <tr> <td>2 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado</td> <td>11.5 cm</td> </tr> <tr> <td>3 - Poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES"</td> <td>8 cm</td> </tr> <tr> <td>4 - Cámara de aire sin ventilar</td> <td>11 cm</td> </tr> <tr> <td>5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco</td> <td>10.5 cm</td> </tr> <tr> <td>6 - Guarnecido y enlucido de yeso</td> <td>1.5 cm</td> </tr> <tr> <td>7 - Pintura plástica</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Espesor total:</td> <td>44 cm</td> </tr> </table>	1 - Mortero monocapa	1.5 cm	2 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado	11.5 cm	3 - Poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES"	8 cm	4 - Cámara de aire sin ventilar	11 cm	5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10.5 cm	6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm	7 - Pintura plástica	---	Espesor total:	44 cm
	1 - Mortero monocapa	1.5 cm															
2 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado	11.5 cm																
3 - Poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES"	8 cm																
4 - Cámara de aire sin ventilar	11 cm																
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10.5 cm																
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm																
7 - Pintura plástica	---																
Espesor total:	44 cm																
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.31 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$																

Sobre los tabiques usados en el interior de la vivienda, se ha modificado el tabique de dos hojas para revestir con cámara de aire, que originalmente llevaba acoplado en la primera hoja de ladrillo hueco una capa de yeso de 2.5cm. Esta capa de yeso se sustituyó por una nueva capa de Poliestireno Expandido (EPS) de 6cm que reducirá de $0.94 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a un valor de $0.33 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, lo que supone una reducción de la transmitancia térmica del tabique de aproximadamente un 64.8% (Tabla28).

Tabla 28. Composición del tabique con cámara de aire modificado

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE																			
	<p>Listado de capas:</p> <table border="1"> <tr> <td>1 - Pintura plástica</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>2 - Guarnecido y enlucido de yeso</td> <td>1.5 cm</td> </tr> <tr> <td>3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)</td> <td>11.5 cm</td> </tr> <tr> <td>4 - EPS Poliestireno Expandido [$0.029 \text{ W}/[\text{mK}]$]</td> <td>6 cm</td> </tr> <tr> <td>5 - Cámara de aire sin ventilar</td> <td>18 cm</td> </tr> <tr> <td>6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco</td> <td>10 cm</td> </tr> <tr> <td>7 - Guarnecido y enlucido de yeso</td> <td>1.5 cm</td> </tr> <tr> <td>8 - Pintura plástica</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Espesor total:</td> <td>48.5 cm</td> </tr> </table>	1 - Pintura plástica	---	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm	4 - EPS Poliestireno Expandido [$0.029 \text{ W}/[\text{mK}]$]	6 cm	5 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm	6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm	7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm	8 - Pintura plástica	---	Espesor total:	48.5 cm
	1 - Pintura plástica	---																	
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm																		
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm																		
4 - EPS Poliestireno Expandido [$0.029 \text{ W}/[\text{mK}]$]	6 cm																		
5 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm																		
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm																		
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm																		
8 - Pintura plástica	---																		
Espesor total:	48.5 cm																		
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.33 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$																		

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

También se ha modificado el tabique de distribución del interior de la vivienda. Inicialmente diseñado sin ningún tipo de aislamiento, se ha añadido al tabique una ligera capa de 2 cm de Poliéstireno expandido que logra reducir la transmitancia térmica desde los 1.766 W/(m²·K) hasta los 0.33 W/(m²·K), lo que supone una reducción de un 81%. (Tabla 29)

Tabla 29. Composición del tabique de distribución modificado.

Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN																			
	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Listado de capas:</td> </tr> <tr> <td>1 - Pintura plástica</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>2 - Guarnecido y enlucido de yeso</td> <td>1.5 cm</td> </tr> <tr> <td>3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco</td> <td>11.5 cm</td> </tr> <tr> <td>4 - EPS Poliéstireno Expandido [0.029 W/[mK]]</td> <td>2 cm</td> </tr> <tr> <td>5 - Guarnecido y enlucido de yeso</td> <td>1.5 cm</td> </tr> <tr> <td>6 - Pintura plástica</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Espesor total:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">16.5 cm</td> </tr> </table>	Listado de capas:		1 - Pintura plástica	---	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm	4 - EPS Poliéstireno Expandido [0.029 W/[mK]]	2 cm	5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm	6 - Pintura plástica	---	Espesor total:		16.5 cm	
	Listado de capas:																		
	1 - Pintura plástica	---																	
	2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm																	
	3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm																	
	4 - EPS Poliéstireno Expandido [0.029 W/[mK]]	2 cm																	
	5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm																	
6 - Pintura plástica	---																		
Espesor total:																			
16.5 cm																			
Limitación de demanda energética	$U_m: 0.80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$																		

7.1.1.3 Modificaciones en la cubierta

Las pérdidas energéticas a través de la cubierta de la vivienda suponen unas pérdidas de $-14.77 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$ de un total de pérdidas a través de elementos constructivos de $-33.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$, lo que supone el 45% de las pérdidas de la envolvente en materiales constructivos

Esta inaceptable cantidad de energía perdida por la cubierta nos obliga a tomar medidas radicales en la composición de esta.

Las modificaciones en la cubierta vienen de la adición de una cubierta verde a la misma. En un principio se determinó que el uso de grava blanca sobre el techo tendría un buen aislamiento, pero dada la gran superficie de cubierta, se debía modificar este material por un material más aislante (Tabla 30).

A priori una de las soluciones que se barajó fue el aumento del espesor de aislante en toda la superficie de la cubierta, pero esto supondría un aumento significativo del precio final.

Después de realizar una investigación sobre cubiertas verdes y sobre los beneficios que supondría en el aislamiento se usará una cubierta plana no transitable (la anterior era transitable) sin ventilar y con un jardín ecológico de plantas autóctonas de unos 20 cm de altura. Se usarán capas impermeabilizantes asfálticas para evitar la humedad.

Tabla 30. Composición de la cubierta modificada.

Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado, suspendido con estructura metálica – Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada. Impermeabilización con láminas asfálticas. (Losa maciza)		
	Listado de capas:	
	1 - Tierra vegetal	20 cm
	2 - Lámina drenante y filtrante	0.5 cm
	3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
	4 - Impermeabilización asfáltica bicapa no adherida	0.73 cm
	5 - Lana mineral soldable Hardrock 393 "ROCKWOOL"	7 cm
	6 - Capa de regularización de mortero de cemento	2 cm
	7 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
	8 - Losa maciza 35 cm	35 cm
	9 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
	10 - Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado (si es hidrófugo se añaden 25mm)	1.25 cm
	11 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---
Espesor total:		106.56 cm
Limitación de demanda energética	U_c refrigeración: $0.29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
	U_c calefacción: $0.29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

7.1.2 Modificaciones en la carpintería

En el ámbito de las carpinterías, suponen un 31.7% de la pérdida de calor en la vivienda, es decir -23.9 kWh/(m²·año) del total de pérdidas de la vivienda de -75.3kWh/(m²·año). Esto se debe al uso masivo de cristaleras de grandes dimensiones.

Las modificaciones en el vidrio de la carpintería corresponden a la suma de un tercer cristal, lo que provoca una doble cámara de aire y por consiguiente un vidrio de las mejores prestaciones, reduciendo su transmitancia térmica de 1.39 W/(m²·K) hasta 1 W/(m²·K), lo que supone una reducción de un 28% en la transmitancia térmica.

También se modificarán las carpinterías de las cristaleras de aluminio por unas de PVC con ruptores térmicos en su interior lo que redujo de 3.10 W/(m²·K) a 1 W/(m²·K) la transmitancia térmica en todas las cristaleras de la vivienda, lo que supone una reducción del 67.75%.

Esta nueva carpintería de PVC se trata de una puerta oscilo-paralela de grandes dimensiones que mejoran los puentes térmicos del marco de tres a seis cámaras interiores (Tabla 31).

Esta nueva carpintería facilita el desagüe con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, cumpliendo con la normativa UNE-EN 14351-1.

Tabla 31. Composición de las nuevas carpinterías con triple cristal.

Oscilo-Paralela "KÖMMERLING", Hi-finity motorizada (PERSIANAS)	
Características del vidrio	Transmitancia térmica, U _g : 1.00 W/(m ² ·K)
	Factor solar, g: 0.39
	Aislamiento acústico, R _w (C;C _{tr}): 50 (-3;-7) dB
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U _f : 1.00 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Oscilobatiente
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4
	Absortividad, α _S : 0.4 (color claro)
	

7.1.3 Modificaciones en puentes térmicos

Después de haber realizado todas las modificaciones en elementos constructivos y en carpinterías se pasó al análisis de los puentes térmicos que actúan de igual manera que un disipador térmico (aleta térmica) en un motor de combustión (ver Figura 7).

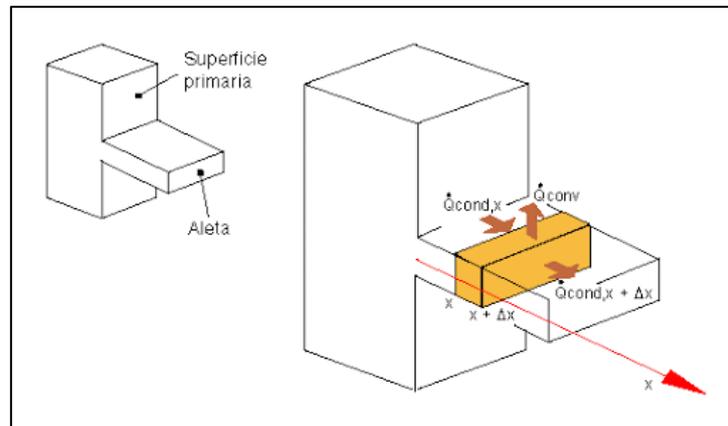


Figura 7. Funcionamiento termodinámico de un disipador.

En nuestro estudio, la energía en forma de transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables de la vivienda suponía el 24.5% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente.

Además, tomando solo como referencia únicamente la transmisión a través de elementos constructivos pesados (fachada, solera, cubierta...), el porcentaje de pérdidas de calor en la vivienda asciende a un 36% de la pérdida total de calor en a vivienda.

En este caso, dentro de todas las pérdidas de calor de todos los puentes térmicos, sobresale con una pérdida significativa el encuentro de la fachada con la cubierta plana con unas pérdidas de entorno a 5120 kWh/año de un total de 8095 kWh/año, lo que supone el encuentro constructivo más desfavorable con un 63% del total de pérdidas debido a los puentes térmicos.

En el encuentro entre la fachada y el forjado no existe una continuidad en el material aislante de la fachada (poliestireno expandido) con el aislante dispuesto en el forjado (lana mineral) lo que crea una zona entre estos dos componentes constructivos que no presenta aislamiento alguno (Figura 8).

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

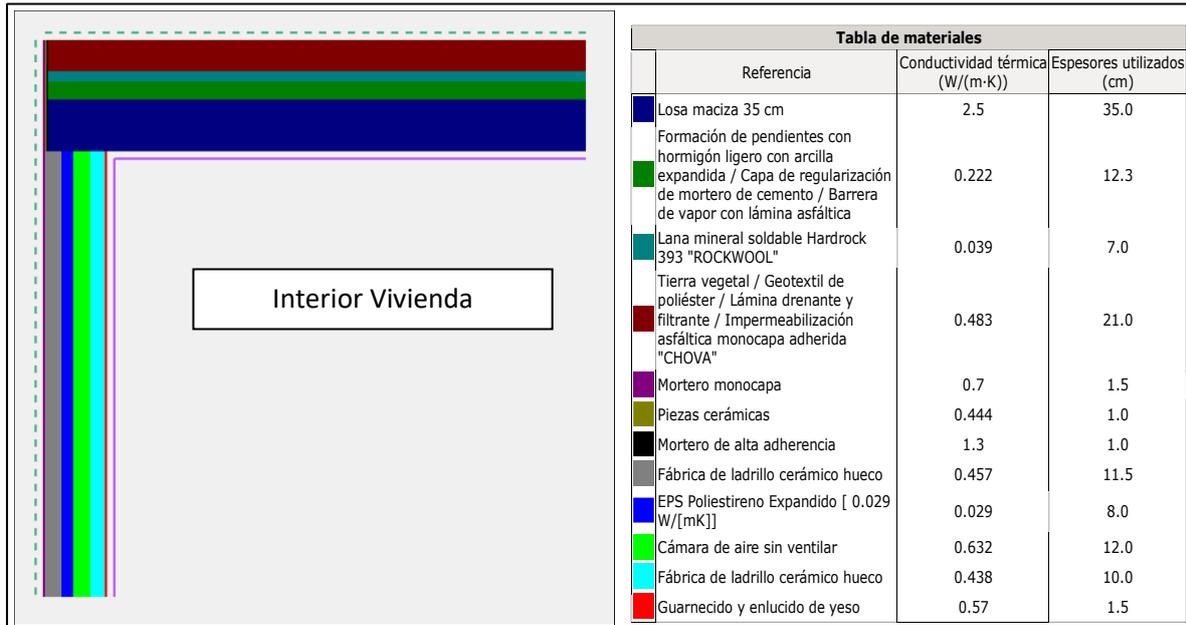


Figura 8. Disposición original del encuentro fachada-forjado.

Para información más detallada de las pérdidas de calor debido a los puentes térmicos, ver Anexo 2.

Esta disposición de las capas de estos dos elementos constructivos crea una zona entre la parte superior de la fachada revestida y la parte inferior de la capa aislante del forjado de aproximadamente 47cm de alto. Esto se traduce en una transmitancia lineal de 1.083 W/(m*K) para un ensayo con un salto térmico de 25°C entre el interior y exterior del conjunto (Figura 9).

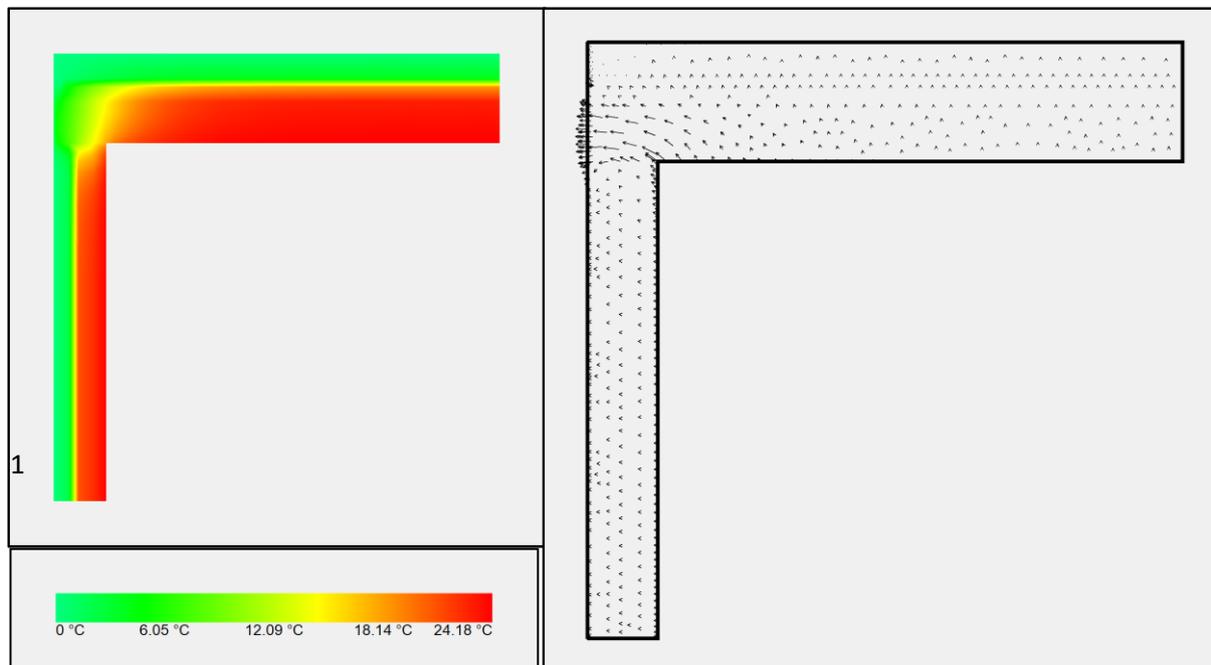


Figura 9. Distribución de temperaturas y flujo de calor.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Teniendo en cuenta que esta pérdida de calor es inasumible para el cálculo de la envolvente térmica total, se procede a la modificación del conjunto del puente térmico insertando un ruptor térmico en el canto del forjado (Figura 10).

El ruptor térmico consistirá en la modificación del diseño del encuentro haciendo que exista continuidad en el aislante de la fachada revestida, logrando una transmitancia lineal de $0.20 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$ de los $1.083 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$ iniciales, lo que supone una reducción del 81% en la transmitancia lineal de este puente térmico.

En el ámbito global, esta mejora da como resultado un valor de 1645 kWh/año en el puente térmico, de los 5120 kWh/año iniciales, lo que supone una reducción del 68%.

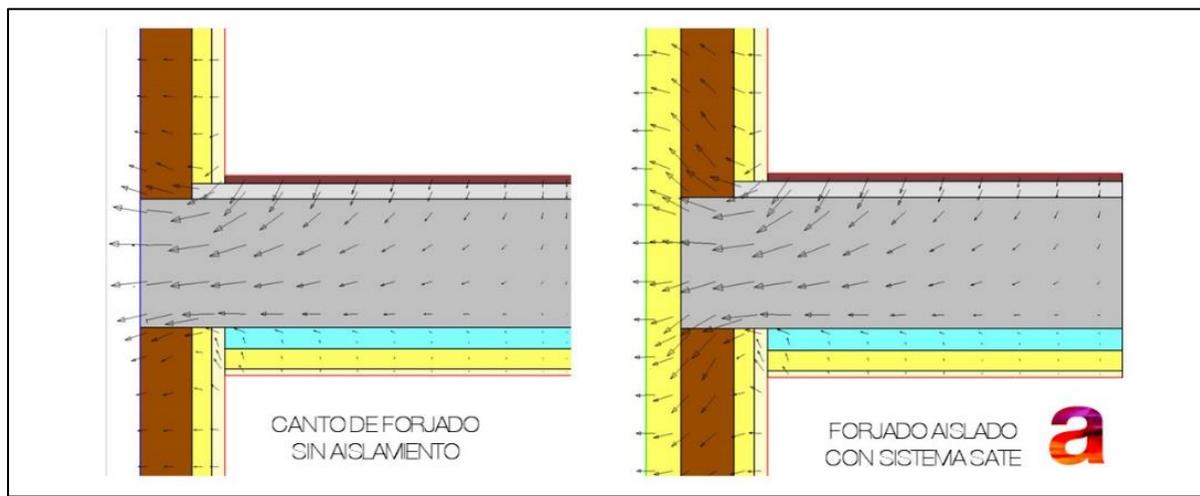


Figura 10. Ruptor térmico en el canto del forjado.

7.1.4 Reducción de la demanda energética anual

Tras las modificaciones en estos tres elementos tan sumamente importantes en el gasto energético de la vivienda, se consigue que cumpla con el CTE DB-HE1 en su versión 2013 (Figura 11).



Figura 11. Cumplimiento del DB-HE1 2013.

En el ámbito de las pérdidas en la envolvente térmica el estado mejorado supone una reducción de +16.5 kWh/(m²·año), lo que supone una reducción de las pérdidas de en torno a un 22%.

Aunque las pérdidas en la envolvente hayan disminuido, el hecho de que estos tres elementos (constructivos, carpinterías y puentes térmicos) representen el mismo porcentaje de pérdidas respecto al total de pérdidas se corresponde al hecho de haber modificado los tres elementos simultáneamente y de una manera proporcionada, es decir, ningún elemento que presenta pérdidas se ha modificado demasiado en comparación con el resto (Tabla 32) (Figura 12).

Tabla 32. Comparación de las pérdidas de energía a través de varios elementos en la envolvente.

Elemento	Antes kWh/(m ² ·año)	Porcentaje	Después kWh/(m ² ·año)	Porcentaje
Elementos constructivos pesados	33	43,82	26,4	44,89
Carpinterías	23,9	31,73	18,8	31,97
Puentes térmicos	18,5	24,56	13,6	23,12
Total de pérdidas	75,3	100	58,8	100

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

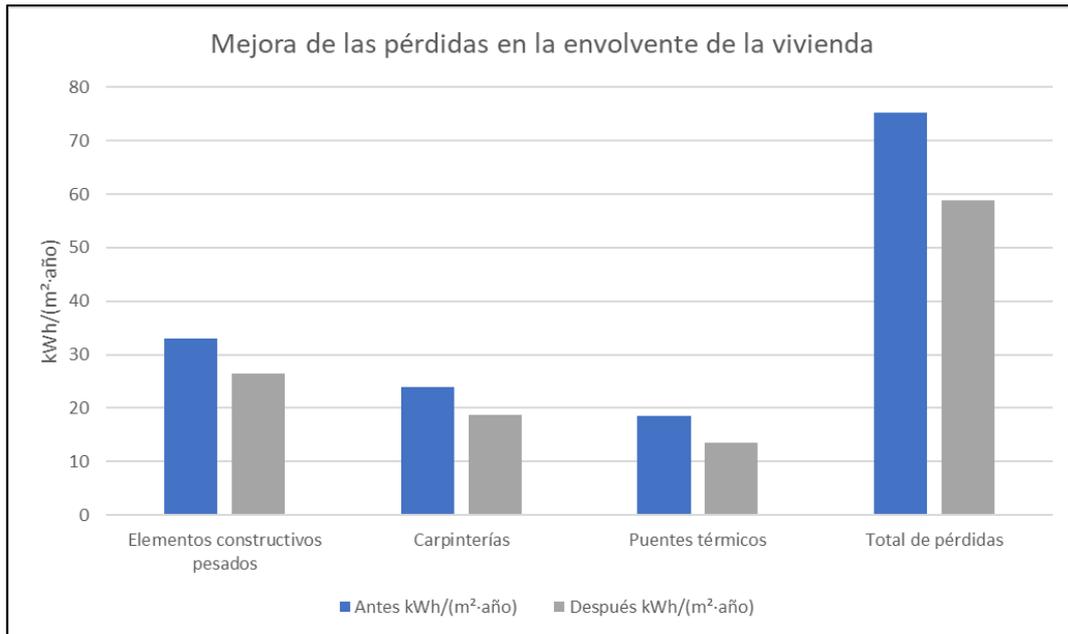


Figura 12. Comparación de las pérdidas energéticas antes y después de las mejoras.

Sobre el balance energético anual de la vivienda mes a mes, las mejoras realizadas disminuirán las pérdidas al exterior y desde el interior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$, respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{tr,ac}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

Como se puede observar, la vivienda inicialmente superaba los 6000 kWh/mes en los meses más desfavorables de invierno como son enero y diciembre. También se aprecia la gran cantidad de energía que se pierde en elementos pesados y ligeros alcanzando casi los -4000 kWh/mes de pérdidas en el mes de enero, lo que hubiese supuesto una gran cantidad de energía de calefacción superando los 3000 kWh/mes para contrarrestar las pérdidas ocasionadas por un mal diseño constructivo (Figura 14).

Sin embargo, en la vivienda modificada los meses más desfavorables cambian para ser los de verano (julio y agosto) no llegando a 5500 kWh/mes en el mes de julio. También se puede observar como la cantidad de energía perdida a través de elementos pesados y ligeros en el mes de enero pasa a ser un poco más de -2200 kWh/mes, lo que supone una mejora de +1500 kWh/mes que repercute directamente en el ahorro de calefacción de dicha cantidad (Figura 15).

Respecto a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas de la situación inicial requerían casi 3500 kWh/mes de calefacción en el mes de enero.

Sin embargo, hemos apreciado como las necesidades energéticas de refrigeración en los meses más calurosos han aumentado en unos 200 kWh/mes. Esto se debe en parte a la modificación de los cristales de las carpinterías que aumento el factor solar, incidiendo así más energía calorífica del sol en los meses más calurosos y, por ende, necesitando mas refrigeración (Figura 13).

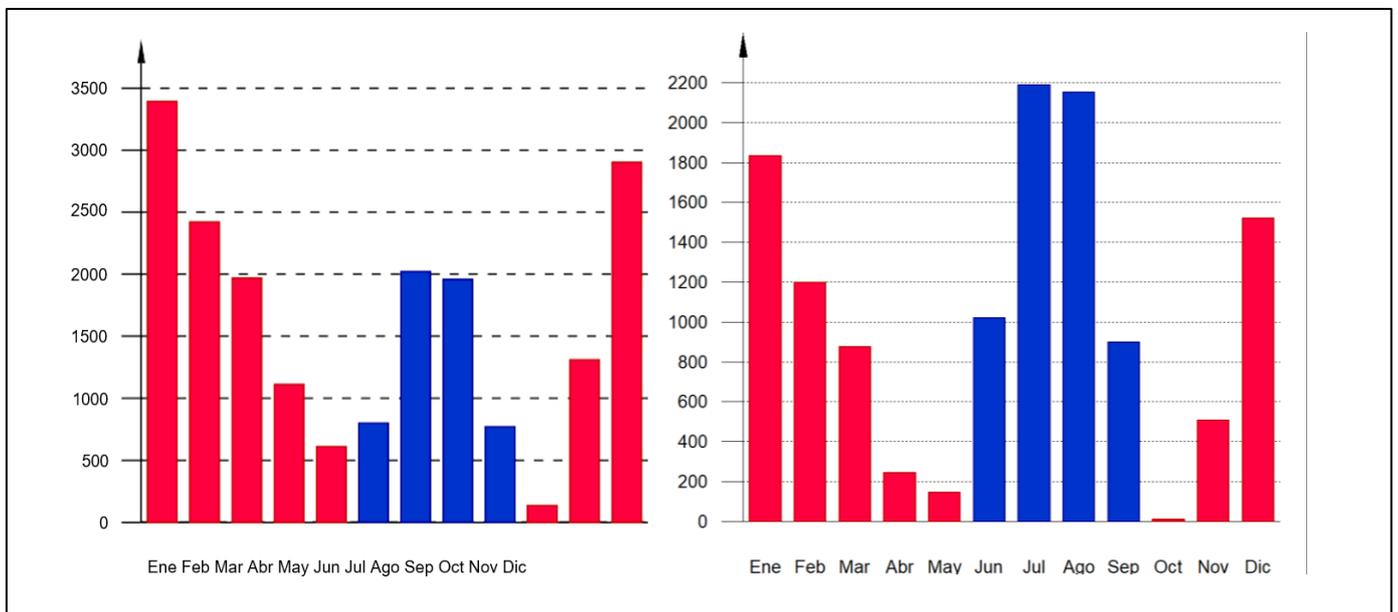


Figura 13. Demanda energética anual de calefacción y refrigeración de la vivienda inicial (izquierda) y modificada (derecha). Nótese el valor del eje vertical.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

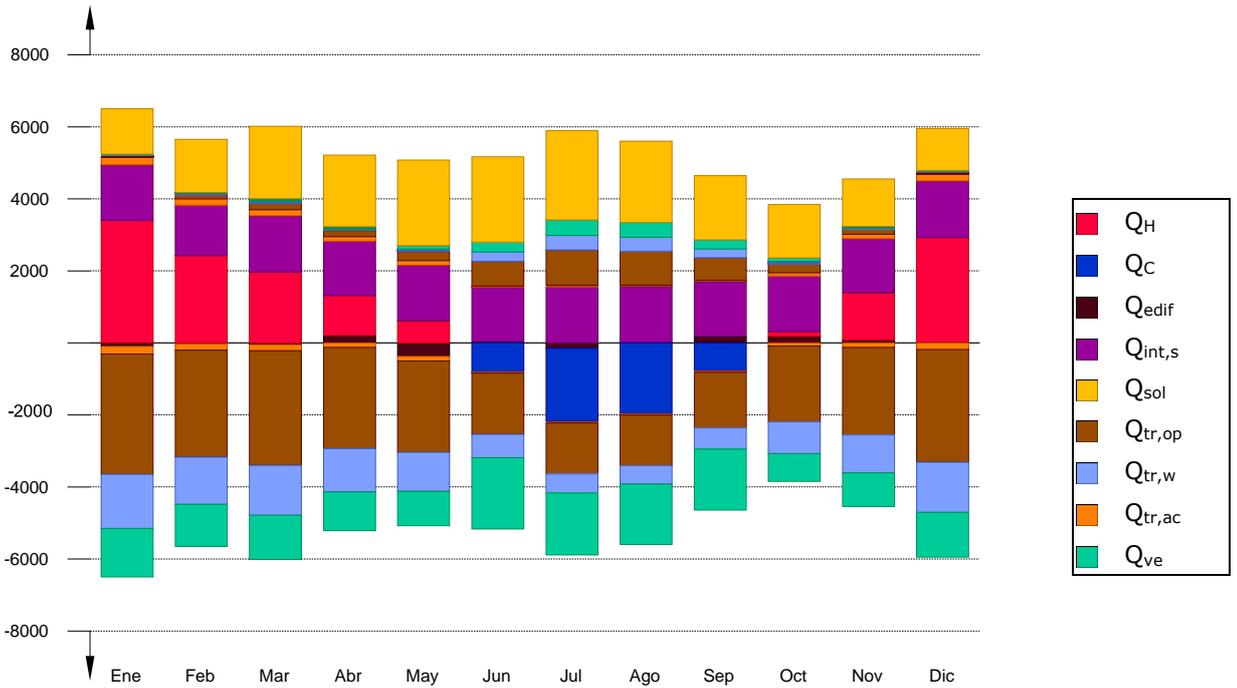


Figura 14. Balance energético anual de la vivienda inicial.

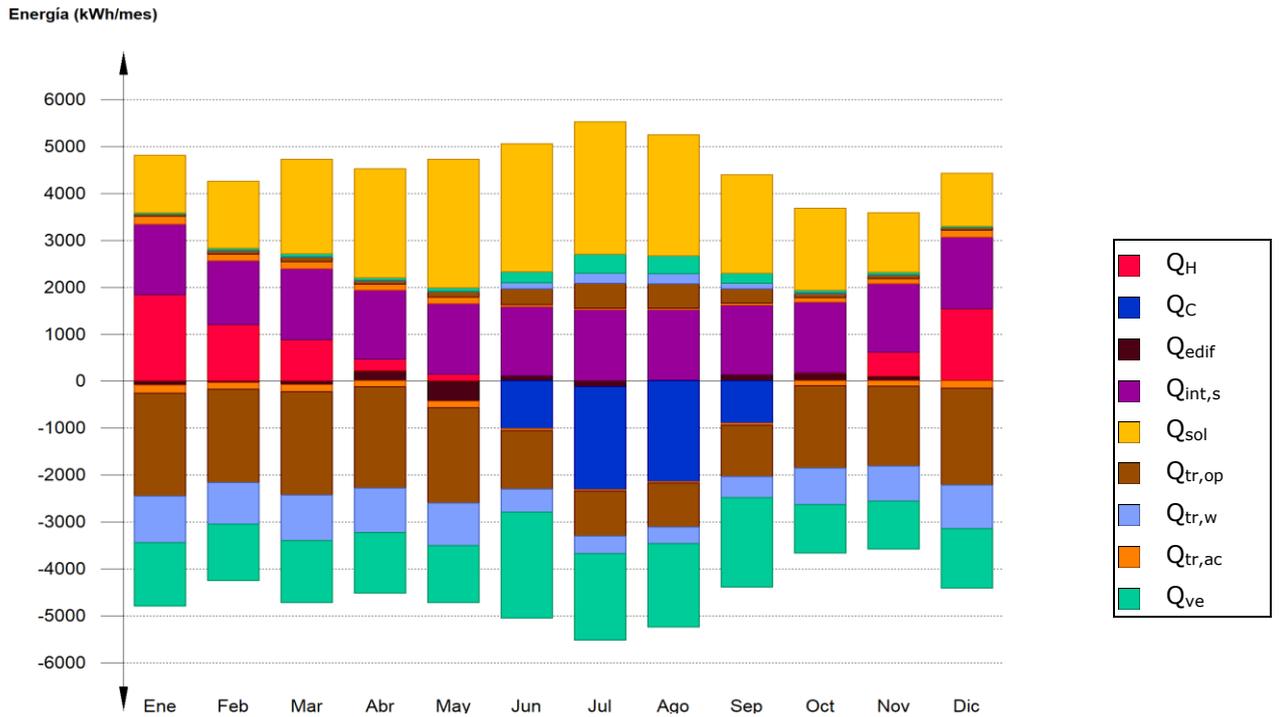


Figura 15. Balance energético anual de la vivienda modificada.

7.2 Diseño de las instalaciones de climatización

Después de obtener nuestra vivienda modificada y mejorada su envolvente térmica, debemos obtener las cargas de climatización en todos y cada uno de los recintos que componen la vivienda y necesiten ser climatizados (Figura 16).



Figura 16. Plano en planta de la vivienda mejorada.

Posteriormente, una vez calculadas las cargas térmicas, se procederá a la realización y cálculo de los tres sistemas de estudio. El primero será un sistema compuesto por *multi split* junto con radiadores, el segundo será un sistema compuesto por *multi split* junto con suelo radiante, y el tercero será un sistema compuesto por sistema centralizado por bomba de calor.

7.2.1 Cálculo y análisis de las cargas térmicas

Las cargas térmicas son definidas como las necesidades caloríficas y frigoríficas de cada recinto.

Tal y como se indica en el RITE, la potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío que utilicen energías convencionales se ajustará a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

Para más información sobre las cargas térmicas de calefacción mediante radiadores, ver Anexo 5.

7.2.1.1 Cargas de refrigeración

Las cargas de refrigeración de cada recinto son las necesarias para poder cubrir las demandas frigoríficas (Tabla 33).

Como se puede observar, la carga térmica total simultánea es de unos 18.3 kW, lo que supone que debemos de tener un aparato generador como mínimo de 18.3 kW de potencia frigorífica.

Respecto a las potencias térmicas por superficie de cada recinto se puede observar que la media oscila entre los 30 y 40 W/m², excepto en el recinto de la cocina dónde la potencia térmica por superficie alcanza más de 85 W/m² lo que supone más del doble de la media.

Esta anomalía se debe a la alta carga interior que alberga la cocina, entre las que están las cargas de las personas, iluminación, y por último la carga de las instalaciones de la cocina (horno, microondas, vitrocerámica, lavavajillas...) la cual supone unos 2200 W de los 3460 W necesarios, es decir, el 63.5% de la carga frigorífica de este recinto (Figura 17).

Tabla 33. Cargas térmicas de refrigeración de la vivienda.

Conjunto: Casa												
Recinto	Subtotales			Carga interna			Ventilación			Potencia térmica		
	Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	401.46	447.10	481.99	874.02	908.91	132.56	342.24	745.76	33.70	1216.26	1654.66	1654.66
Dormitorio 1	49.49	213.24	248.13	270.62	305.51	50.76	131.05	285.56	31.44	401.67	591.07	591.07
Dormitorio 2	48.52	210.83	245.72	267.13	302.02	49.91	128.87	280.81	31.53	396.00	582.84	582.84
Dormitorio 3	117.47	203.89	238.78	331.00	365.89	47.49	122.60	267.16	35.99	453.61	633.05	633.05
Dormitorio 4	518.94	284.00	318.89	827.03	861.92	75.51	194.95	424.81	46.01	1021.99	1286.73	1286.73
Cocina	722.45	1176.18	1410.65	1955.59	2190.06	292.26	377.29	1266.95	85.17	2332.88	3457.02	3457.02
Pasillo	434.25	131.16	131.16	582.38	582.38	130.23	168.12	564.57	23.78	750.50	1146.95	1146.95
Despacho	96.36	689.82	899.16	809.77	1019.11	64.80	69.49	284.61	56.80	879.26	1206.85	1303.72
salón-comedor-hall	2366.27	2795.42	2900.09	5316.53	5421.20	404.03	1043.16	2273.08	51.42	6359.70	7694.29	7694.29
Total						1247.5	Carga total simultánea				18253.5	

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)



Figura 17. Plano en planta de la potencia térmica de refrigeración por superficie.

7.2.1.2 Cargas de calefacción

Las cargas de calefacción de cada recinto son las necesarias para poder cubrir las demandas de potencia calorífica (Tabla 34).

Como se puede observar, la carga térmica total simultánea es de unos 16.8 kW, lo que supone que debemos tener un aparato generador como mínimo de 16.8 kW de potencia calorífica.

Respecto a las potencias térmicas por superficie de cada recinto se puede observar que la media oscila entre los 30 y 35 W/m², excepto en el recinto del dormitorio 4 donde la potencia térmica por superficie alcanza más de 50 W/m². Esto se debe a la gran superficie de cristalerías que tiene este recinto en comparación con la superficie del dormitorio (Figura 18).

A diferencia de la refrigeración, los cuartos de baño se han calefactado.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 34. Cargas térmicas de calefacción de la vivienda.

Conjunto: Casa							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	Planta baja	928.44	132.56	813.29	35.48	1741.73	1741.73
Dormitorio 1	Planta baja	141.89	50.76	311.42	24.11	453.32	453.32
Dormitorio 2	Planta baja	139.24	49.91	306.24	24.10	445.49	445.49
Dormitorio 3	Planta baja	398.23	47.49	291.35	39.21	689.58	689.58
Dormitorio 4	Planta baja	956.07	75.51	463.28	50.75	1419.35	1419.35
Aseo 1	Planta baja	123.70	54.00	165.66	38.82	289.36	289.36
Aseo 2	Planta baja	124.77	54.00	165.66	38.58	290.43	290.43
Aseo 3	Planta baja	124.20	54.00	165.66	38.27	289.86	289.86
Aseo 4	Planta baja	52.61	54.00	165.66	34.85	218.27	218.27
Cocina	Planta baja	1011.18	292.26	896.57	47.00	1907.75	1907.75
Pasillo	Planta baja	1269.34	130.23	399.53	34.60	1668.86	1668.86
Despacho	Planta baja	362.68	64.80	397.58	33.12	760.26	760.26
salón-comedor-hall	Planta baja	4220.58	404.03	2478.93	44.77	6699.52	6699.52
Total			1463.5	Carga total simultánea		16873.8	



Figura 18. Plano en planta de la potencia térmica de calefacción por superficie.

7.2.2 Diseño de los equipos de climatización

Para satisfacer las cargas de calefacción y refrigeración anteriormente calculadas se han diseñado tres opciones diferentes:

- Calefacción mediante sistema de agua caliente con radiadores y caldera centralizada de gas natural y refrigeración con sistemas de aire acondicionado mediante evaporadores individuales (*multi split*).
- Calefacción mediante sistema de agua caliente por suelo radiante y caldera centralizada de gasóleo y refrigeración con sistemas de aire acondicionado mediante evaporadores individuales (*multi split*).
- Climatización mediante sistema de aire acondicionado por unidad aire-agua con bomba de calor reversible (calefacción y refrigeración) mediante sistema de *fancoil* por conductos.

7.2.2.1 Calefacción por radiadores y refrigeración *multi split*

Este sistema de climatización es la combinación de dos equipos:

Un sistema *multi split*, que se compone de una unidad exterior de aire acondicionado, que mediante un circuito frigorífico alimenta a varios Split de mural instalados en las paredes de la vivienda. Las ventajas e inconvenientes son:

- Ventajas: ahorro de espacio, fácil y simple instalación sin necesidad de obra, versatilidad, sistema económico...
- Desventajas: parada en el funcionamiento de los Split si se avería la unidad exterior, ruidos y vibraciones en la cubierta, aspecto visual desfavorable, necesidad de una empresa especializada para la manipulación del líquido refrigerante...

También se implementará un sistema de calefacción compuesto por una caldera de mural de gas natural con un recuperador de calor por condensación, una red de tuberías de agua caliente que conectará con unos emisores de tipo radiador de aluminio. Las ventajas e inconvenientes son:

- Ventajas: adaptabilidad para trabajar con distintos sistemas de generación de ACS (captación solar, biomasa, sistema aire-agua...), sistemas seguros y fiables, rápida transmisión de calor, estética depurada...
- Desventajas: no está recomendada para espacios muy grandes, poca capacidad de distribución del calor, emisiones de gases contaminantes, mantenimiento de la caldera, necesidad de una red de gas natural instalada, bajo rendimiento en comparación con bomba de calor...

En España el sistema de refrigeración por Split es el más usado en viviendas de pequeña y media superficie y el sistema de calefacción mediante radiadores de agua caliente es el más usado en todas las viviendas construidas en el norte Europa.

Es por esto, que este sistema nos proporcionará una visión estándar de lo que puede suponer poner esta típica combinación de climatización en una vivienda amplia como la de este estudio (Tabla 35).

Tabla 35. Sistema de climatización *multi split*-radiadores.

Refrigeración			
Tipo de sistema	Unidad exterior	Unidad interior	Tipo de conducción
Expansión directa con bomba de calor (aire-aire)	<i>Multi split</i>	Split directo en pared	Tubería de líquido refrigerante
Calefacción			
Equipo generador	Unidad interior	Tipo de conducción	
Caldera a gas natural	Radiador de pared	Tubería de agua caliente	

7.2.2.1.1 Equipos térmicos seleccionados

Para la instalación de refrigeración, se ha optado por unas unidades exteriores *multi split* de la marca TOSHIBA:

- 1 unidad exterior del modelo RAS-3M26S3AV-E "TOSHIBA" multi-split 3x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 7,5 kW, con una potencia frigorífica mínima/máxima: 4,1/9 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2 kW, EER = 3,75
- 2 unidades exteriores del modelo RAS-5M34S3AV-E "TOSHIBA", multi-split 5x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 10 kW, potencia frigorífica mínima/máxima: 3,7/11 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2,98 kW, EER = 3,36 (Figura 19).

Para las unidades interiores se ha optado por splits de pared también de la marca TOSHIBA:

- 8 unidades interiores de aire acondicionado modelo RAS-M07N3KV2-E1 "TOSHIBA", para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 2 kW, con un caudal de aire en refrigeración 516 m³/h.
- 1 unidad interior de aire acondicionado modelo RAS-B13N3KV2-E1 "TOSHIBA", para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 3,5 kW con un caudal de aire en refrigeración 570 m³/h.
- 2 unidades interiores de aire acondicionado modelo RAS-B16N3KV2-E1 "TOSHIBA", para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 4,5 kW con un caudal de aire en refrigeración 684 m³/h (Figura 19).



Figura 19. Unidad exterior 5x1 de 10 kW de potencia frigorífica (izquierda) y unidad interior Split de 4.5 kW de potencia frigorífica (derecha).

Para la instalación de calefacción, se ha optado por una unidad generadora de la marca francesa Saunier-Duval:

- 1 unidad generadora tipo caldera mural a gas natural modelo Thema Condens AS 25 "SAUNIER DUVAL", con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, potencia útil de calefacción (80/60°C) de 5,9 a 24,5 kW, potencia útil de calefacción (30/50°C) de 6,6 a 26,7 kW, rendimiento (80/60°C) 97,7%, rendimiento (50/30°C) 106,8% (Figura 20).

Para las unidades emisoras de calor se han usado:

- 22 unidades interiores de radiadores de aluminio inyectado, emisión calorífica de 688.5 kcal/h para 5 elementos, 1377 kcal/h para 10 elementos y 1652.4 kcal/h para 12 elementos, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente (Figura 20).
- 5 unidades interiores de toalleros tubulares de chapa de acero acabado cromado, para cuartos de baño, de alta gama y emisión calorífica 646 kcal/h.



Figura 20. Caldera de gas natural 26.7 kW de potencia calorífica (izquierda) y radiador de aluminio de 10 elementos de 1.6 kW (1377 kcal/h) de potencia de emisión (derecha).

7.2.2.1.2 *Sistemas de distribución de calor*

La distribución del agua caliente hacia los radiadores se realizará mediante un tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm a 32 mm de diámetro y entre 2 mm y 3mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, según UNE-EN ISO 21003-1.

La caldera de gas natural tendrá una potencia bastante por encima de las necesidades térmicas debido a que no se encontraba una caldera de una potencia menor (Tabla 37).

Las pérdidas de calor a través de la red de tuberías de distribución son del 5.7% del producido por la caldera. Esto se debe a que la instalación ha requerido de bastantes radiadores y de que la caldera este situada en un extremo de la vivienda, lo que implica mayor recorrido de tubería. (Tabla 36)

Los radiadores serán posicionados de manera proporcionada en las estancias y siempre que se pueda debajo de las ventanas o cerca de ellas, para poder calefactar el aire entrante en caso de estar abiertas. Se colocarán 2 radiadores de 5 elementos en el dormitorio principal y un toallero en el baño principal. Seguidamente dispondremos de un radiador de 10 elementos en los dormitorios 1, 2 y 3 y dos radiadores de 10 elementos en el dormitorio 4. En el pasillo situaremos 3 radiadores de 10 elementos y en cada aseo se situará un toallero. Por último, se situarán dos radiadores de 10 y 12 elementos en la cocina, dos radiadores de 10 y 5 elementos en el despacho y finalmente 8 radiadores de 10 elementos en el salón-comedor (Figura 21) (Tabla 38).

Para más información sobre la instalación de calefacción mediante radiadores, ver Anexo 6.



Figura 21. Disposición de la instalación de calefacción en la vivienda.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 36. Características y pérdidas en la red de tuberías.

Tubería	\varnothing	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$F_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$Q_{\text{ref.}}$ (W)	$F_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$Q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	32 mm	0.037	27	15.62	17.23	0.00	0.0	8.70	285.7
Tipo 1	16 mm	0.037	25	114.86	94.25	0.00	0.0	5.98	1251.1
Tipo 1	25 mm	0.037	25	18.90	16.09	0.00	0.0	7.76	271.5
Tipo 1	20 mm	0.037	25	1.10	11.25	0.00	0.0	6.15	76.0
Tipo 1	18 mm	0.037	25	11.15	1.05	0.00	0.0	6.92	84.4
						Total	1969		
Abreviaturas utilizadas									
\varnothing	Diámetro nominal				$F_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud			
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento				$Q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración			
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento				$F_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud			
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión				$Q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción			
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno								

Tabla 37. Porcentaje de pérdidas totales.

Potencia de la caldera (kW)	q_{cal} (W)	Pérdida de calor (%)
26.70	1525.6	5.7

Tabla 38. Reparto de radiadores en los diferentes recintos.

Recintos	Tipo de emisor	Cantidad	Pérdidas caloríficas (W)	Elementos		Longitud (mm)	Potencia total (W)
				Número	Altura (mm)		
Aseo 1	Toallero	1	429			278	449
Aseo 2	Toallero	1	431			278	449
Aseo 3	Toallero	1	430			278	449
Aseo 4	Toallero	1	410			278	449
Cocina	Radiador	1	2039	12	781	960	1148
	Radiador	1	2039	10	781	800	957
Despacho	Radiador	1	935	10	781	800	957
	Radiador	1	935	5	781	400	478
Dormitorio ppal	Radiador	1	1863	10	781	800	957
	Radiador	1	1863	5	781	400	478
	Toallero	1	1863			278	449
Dormitorio 1	Radiador	1	756	10	781	800	957
Dormitorio 2	Radiador	1	745	10	781	800	957
Dormitorio 3	Radiador	1	869	10	781	800	957
Dormitorio 4	Radiador	2	1662	10	781	800	957(x2)
Pasillo	Radiador	3	2314	10	781	800	957(x3)
salón-comedor-hall	Radiador	8	6839	10	781	800	957(x8)

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 39. Distintas potencias instaladas y requeridas en calefacción.

Equipos	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción de los radiadores (kW)	Cargas térmicas de calefacción (kW)
Caldera a gas natural	26.70	19.72	16.87

Sobre el diseño del sistema *multi split*, se colocarán en total 11 unidades interiores (Split) y tres exteriores.

En la cocina se situará una unidad de 4.5 kW, en el salón-comedor-hall se situarán 3 unidades de 2, 3.5 y 4.5 kW respectivamente. En el despacho se situará una unidad de 2 kW y en el pasillo de distribución principal se posicionará otra de 2 kW. En cada dormitorio (1, 2, 3 y 4) se posicionará una unidad de 2kW y por último en el cuarto principal se posicionará una última unidad de 2 kW (Tabla 40).

La distribución del líquido refrigerante se realizará a través de una red de tuberías de líquido-gas R-410A, tanto de impulsión como de retorno, construida mediante tuberías flexibles de cobre sin soldadura, formada por un tubo para líquido con aislamiento de 9 mm de espesor y un tubo para gas con aislamiento de 10 mm de espesor. En la fabricación y montaje de los conductos se seguirá en todo momento las recomendaciones del fabricante. Este tipo de tubería se aplicará tanto a las horizontales como a las verticales.

Dado que la simultaneidad de que estén encendidos todos los aparatos de aire acondicionado es bastante baja, el resultado de la potencia instalada en los Split es menor a la potencia instalada en unidades exteriores (Tabla 41).

Tabla 40. Reparto de Split en los diferentes recintos.

Recintos	Tipo de emisor	Cantidad	Unidad interior		Unidad exterior	
			Potencia Frigorífica (kW)	Demanda potencia frigorífica (kW)	N.º de Split conectados	Potencia frigorífica (kW)
Cocina	Split	1	4.5	12	4	10
Dormitorio 4	Split	1	2			
salón-comedor-hall	Split	1	3.5			
	Split	1	2	6.5	2	7.5
	Split	1	4.5			
Despacho	Split	1	2	10	5	10
Dormitorio 1	Split	1	2			
Dormitorio 2	Split	1	2			
Dormitorio 3	Split	1	2			
Pasillo	Split	1	2			
Dormitorio ppal	Split	1	2			
TOTAL		11				

Tabla 41. Distintas potencias instaladas y requeridas en refrigeración.

Equipos	Potencia instalada de refrigeración (kW)	Potencia de refrigeración de los splits (kW)	Cargas térmicas de refrigeración (kW)
<i>Multi split</i>	27.5	28.5	18.25

7.2.2.2 Calefacción por suelo radiante y refrigeración *multi split*

Este sistema de climatización es la combinación de dos equipos:

El sistema *multi split* que ya se ha explicado y detallado en el apartado 1.7.2

En este caso se implementará un sistema de calefacción compuesto por una caldera de gasóleo, una red de tuberías de agua caliente que conectará con una red de suelo radiante. Las ventajas e inconvenientes del suelo radiante son:

- Ventajas: sistema completamente silencioso, distribución eficiente del calor, adaptabilidad para trabajar con distintos sistemas de generación de ACS (captación solar, biomasa, sistema aire-agua...), muy estético (no se ve), sistemas seguros y fiables, no reseca el ambiente...
- Desventajas: alto coste de instalación inicial, debe de modificarse la solera, emisiones de gases contaminantes, mantenimiento de la caldera, necesidad de abastecerse de gasóleo (tanque), menor rendimiento en comparación con las de gas natural...

En España el sistema de refrigeración por Split es el más usado en viviendas de pequeña y media superficie y el sistema de calefacción mediante suelo radiante es el más usado en viviendas amplias y de alta gama.

Es por esto, que este sistema nos proporcionará una visión poco común de lo que puede suponer esta combinación de climatización en una vivienda de altas prestaciones (Tabla 42).

Tabla 42. Sistema de climatización *multi split*-suelo radiante.

Refrigeración			
Tipo de sistema	Unidad exterior	Unidad interior	Tipo de conducción
Expansión directa con bomba de calor (aire-aire)	<i>Multi split</i>	Split directo en pared	Tubería de líquido refrigerante
Calefacción			
Equipo generador	Unidad interior		Tipo de conducción
Caldera a gasóleo	Suelo radiante		Tubería de agua caliente

7.2.2.2.1 Equipos térmicos seleccionados

Para la instalación de refrigeración, se ha optado usar la misma que en el sistema 1 (Apartado 7.2.2)

Para la instalación de calefacción, se ha optado por una unidad generadora de la marca alemana JUNKERS:

- 1 unidad generadora tipo caldera de pie, modelo SuprapurCompact-O KUBC-22 "JUNKERS" de 22 kW de potencia calorífica, de condensación con recuperador de acero inoxidable, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, eficiencia energética clase A, caudal másico de gas de escape 0,0089 kg/s, con contenido de CO₂ 14%, presión de impulsión disponible 30 Pa, contenido de agua 33 L (Figura 22).

Para las unidades emisoras de calor se han usado:

- 4 unidades de armario colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes (Figura 22).
- 29 circuitos en espiral de suelo radiante, marca "UPONOR IBERIA", de tubo de polietileno reticulado (PE-X) con barrera de oxígeno y capa de protección de polietileno (PE) modificado de 16mm de diámetro.

A su vez, los armarios colectores modulares deben ir conectados a la caldera mediante una red de tuberías estándar de agua caliente:

- Tubería de Polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado (PE-X, Al, PE-X) con un aislamiento mediante coquilla elastomérica con un diámetro total de entre 16 mm y 40 mm.

Para calefactar los aseos no se ha optado por el uso de suelo radiante y se ha dispuesto:

- 4 emisores eléctricos tipo acumulador estático.

Dado que el suelo radiante requiere de una modificación de la solera para poder acoplar en este las tuberías, se ha usado el siguiente método mediante paneles:

- 394 m² de paneles de tetones, modelo Comfort Nubos PLUS IB 75 "UPONOR IBERIA", de poliestireno expandido modificado (NEO-EPS) y recubrimiento termo conformado de polietileno (PE), aislante a ruido de impacto (Figura 22).



Figura 22. Caldera a gasóleo de 22 kW de potencia calorífica (izquierda), colector modular con capacidad para 10 circuitos (arriba derecha) y sistema de paneles de tetones con el circuito en espiral (abajo derecha).

7.2.2.2 Sistemas de distribución de calor

La distribución del agua caliente hacia los radiadores se realizará mediante un tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm a 32 mm de diámetro y entre 2 mm y 3mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, según UNE-EN ISO 21003-1, como se ha citado anteriormente.

La caldera de gasóleo tendrá una potencia bastante ajustada a las necesidades de carga de calefacción para que sea lo más eficiente posible.

Para más información sobre la instalación de calefacción mediante suelo radiante, ver Anexo 7.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Todos los circuitos serán posicionados en forma de espiral cubriendo la mayor superficie de la zona térmica designada y de manera proporcionada en las estancias. Los receptores de cada circuito se colocarán, en la medida de lo posible lo más cerca al colector. La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante (Figura 23).

Se colocarán en total 4 colectores de los que dependerán los circuitos (Tabla 44):

1. El primer armario del colector estará posicionado en la zona sur del garaje y contendrá 9 circuitos (2 para el dormitorio 4, 3 para la cocina y 4 para la zona sur del salón)
2. El segundo colector estará posicionado en la zona norte del garaje y suministrará el agua caliente a 10 circuitos (4 en la zona norte del salón y 1 en el *hall*, 2 para el despacho, 1 para el distribuidor y 2 para el dormitorio 3)
3. El tercer colector se ubicará detrás de la puerta del dormitorio 2 y proporcionará el agua caliente a 6 circuitos (2 en el distribuidor, 2 para el dormitorio 1 y 2 para el dormitorio)
4. Por último, se colocará un colector de 4 circuitos (3 en el dormitorio principal y 1 en el baño principal, el único calefactado por suelo radiante).

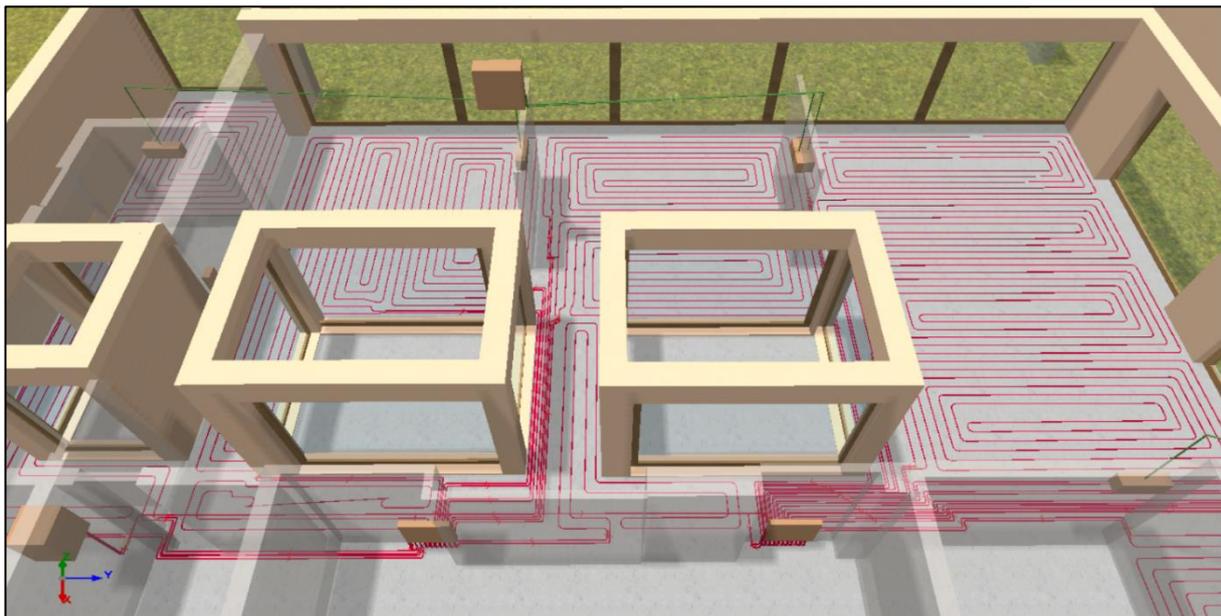


Figura 23. Conjunto climatizador *multi split* con suelo radiante.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Posteriormente, para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación. (Tabla 43)

Tabla 43. Temperaturas de funcionamiento del suelo radiante.

Tipos de recinto		$q_{f,max}$ (°C)	q_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)		29	20	100
Cuartos de baño y similares		33	24	100
Zona periférica		35	20	175
Abreviaturas utilizadas				
$q_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo		q_G	Densidad de flujo térmico límite
q_i	Temperatura del recinto			

Tabla 44. Distribución de los circuitos en los recintos y en los colectores.

Armario de colectores y lugar	Circuito	Recinto	Planta
CC 1 (garage sur)	C 1	Dormitorio 3	Planta baja
	C 2	Dormitorio 3	Planta baja
	C 3	Salon-comedor-hall	Planta baja
	C 4	Despacho	Planta baja
	C 5	Despacho	Planta baja
	C 6	Pasillo	Planta baja
	C 7	Salon-comedor-hall	Planta baja
	C 8	Salon-comedor-hall	Planta baja
	C 9	Salon-comedor-hall	Planta baja
	C 10	Salon-comedor-hall	Planta baja
CC 2 (garage norte)	C 1	Cocina	Planta baja
	C 2	Salon-comedor-hall	Planta baja
	C 3	Cocina	Planta baja
	C 4	Dormitorio 4	Planta baja
	C 5	Cocina	Planta baja
	C 6	Salon-comedor-hall	Planta baja
	C 7	Salon-comedor-hall	Planta baja
	C 8	Dormitorio 4	Planta baja
	C 9	Salon-comedor-hall	Planta baja
CC 3 (dormitorio 2)	C 1	Dormitorio 2	Planta baja
	C 2	Dormitorio 2	Planta baja
	C 3	Dormitorio 1	Planta baja
	C 4	Dormitorio 1	Planta baja
	C 5	Pasillo	Planta baja
	C 6	Pasillo	Planta baja
CC 4 (dormitorio principal)	C 1	Dormitorio ppal	Planta baja
	C 2	Dormitorio ppal	Planta baja
	C 3	Dormitorio ppal	Planta baja
	C 4	Dormitorio ppal	Planta baja
		Pasillo	Planta baja

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

La longitud de tubería de cada circuito se calcula mediante una fórmula (para circuito en espiral) lo que nos da una estimación de la longitud total de tubería de suelo radiante (Tabla 45).

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l$$

donde:

- A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m²).
- e = Separación entre tuberías (m).
- l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m).

Tabla 45. Longitud de tubería instalada en cada circuito.

Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías (cm)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)	Longitud máxima (m)	Longitud real (m)
CC 1	C 1	Espiral	20.0	8.22	41.5	120.0	84.8
	C 2	Espiral	20.0	8.97	41.5		84.8
	C 3	Espiral	20.0	13.57	53.9		81.9
	C 4	Espiral	20.0	12.47	35.7		88.2
	C 5	Espiral	20.0	10.04	35.7		72.6
	C 6	Espiral	20.0	4.56	63.6		53.1
	C 7	Espiral	20.0	16.58	53.9		105.2
	C 8	Espiral	20.0	14.72	53.9		92.4
	C 9	Espiral	20.0	17.14	53.9		99.6
	C 10	Espiral	20.0	16.53	53.9		92.0
CC 2	C 1	Espiral	20.0	17.16	49.2	120.0	102.0
	C 2	Espiral	20.0	6.84	53.9		41.0
	C 3	Espiral	20.0	12.46	49.2		72.7
	C 4	Espiral	20.0	9.44	57.3		59.0
	C 5	Espiral	20.0	10.00	49.2		70.9
	C 6	Espiral	20.0	19.13	53.9		115.5
	C 7	Espiral	20.0	17.43	53.9		101.3
	C 8	Espiral	20.0	15.35	57.3		111.1
	C 9	Espiral	20.0	4.78	53.9		25.3
CC 3	C 1	Espiral	20.0	8.73	30.6	120.0	50.5
	C 2	Espiral	20.0	7.82	30.6		40.6
	C 3	Espiral	20.0	8.47	29.5		64.0
	C 4	Espiral	20.0	9.69	29.5		71.9
	C 5	Espiral	20.0	8.66	63.6		55.0
	C 6	Espiral	20.0	8.51	63.6		45.3
CC 4	C 1	Espiral	20.0	10.04	37.5	120.0	56.8
	C 2	Espiral	20.0	10.59	37.5		65.0
	C 3	Espiral	20.0	13.94	37.5		76.4
	C 4	Espiral	20.0	16.60	44.6		85.0

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H$$

donde:

q = Densidad de flujo térmico.

K_H = Constante que depende de las siguientes variables:

Suelo (espesor del revestimiento y conductividad).

Losa de cemento (espesor y conductividad).

Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad).

Δq_H = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

-Temperatura de impulsión.

-Temperatura de retorno.

-Temperatura del recinto.

Calculada la temperatura de impulsión y potencia de cada circuito a partir de la máxima densidad de flujo térmico, se calculan los siguientes datos (Tabla 46).

Tabla 46. Temperatura de impulsión y retorno y, potencias requeridas e instaladas.

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	q_v calefacción (°C)	q_R calefacción (°C)	P_{inst} calefacción (W)	P_{req} calefacción (W)	
Vivienda	CC 1	C 1	36.1	24.7	340.7	330.2	
		C 2		24.7	372.0	360.4	
		C 3		28.0	730.8	718.3	
		C 4		23.5	445.4	421.9	
		C 5		23.5	358.6	339.7	
		C 6		31.1	289.9	289.9	
		C 7		28.0	893.1	877.7	
		C 8		28.0	793.0	779.4	
		C 9		28.0	923.0	907.1	
		C 10		28.0	890.4	875.1	
	CC 2	C 1	34.9	27.3	844.7	827.1	
		C 2		28.8	368.9	362.2	
		C 3		27.3	613.6	600.8	
		C 4		29.9	541.1	541.1	
		C 5		27.3	492.3	482.1	
		C 6		28.8	1031.5	1012.7	
		C 7		28.8	939.6	922.5	
		C 8		29.9	879.8	879.8	
		C 9		28.8	257.7	253.0	
	CC 3	C 1	36.1	22.6	266.8	235.5	
		C 2		22.6	239.0	211.0	
		C 3		22.4	249.8	211.9	
		C 4		22.4	285.9	242.5	
		C 5		31.1	550.8	550.8	
		C 6		31.1	541.1	541.1	
	CC 4	C 1	32.5	25.3	376.1	375.7	
		C 2		25.3	396.9	396.4	
		C 3		25.3	522.3	521.7	
		C 4		27.5	740.5	740.5	
	Abreviaturas utilizadas						
	q_v calefacción	<i>Temperatura de impulsión calefacción</i>		P_{inst} calefacción	<i>Potencia instalada de calefacción</i>		
	q_R calefacción	<i>Temperatura de retorno calefacción</i>		P_{req} calefacción	<i>Potencia requerida de calefacción</i>		

Por último, se harán los cálculos del caudal mediante el uso de varias fórmulas (Tabla 47).

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 47. Caudal requerido y pérdidas de cada circuito.

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	\varnothing_N (mm)	Caudal calefacción (l/h)	DP calefacción (kPa)
Vivienda	CC 1	Tipo 1	C 1	16	31.41	1.2
			C 2	16	34.29	1.4
			C 3	16	93.46	7.1
			C 4	16	37.44	1.7
			C 5	16	30.14	1.0
			C 6	16	59.73	2.2
			C 7	16	114.21	12.9
			C 8	16	101.42	9.3
			C 9	16	118.03	12.9
			C 10	16	113.87	11.2
	CC 2	Tipo 1	C 1	16	116.45	13.0
			C 2	16	62.60	1.8
			C 3	16	84.59	5.4
			C 4	16	111.93	7.0
			C 5	16	67.87	3.6
			C 6	16	175.05	29.5
			C 7	16	159.46	22.1
			C 8	16	181.98	30.4
			C 9	16	43.73	0.6
	CC 3	Tipo 1	C 1	16	21.16	0.4
			C 2	16	18.96	0.3
			C 3	16	19.63	0.4
			C 4	16	22.47	0.6
			C 5	16	113.48	6.7
			C 6	16	111.48	5.3
	CC 4	Tipo 1	C 1	16	55.76	2.1
			C 2	16	58.83	2.7
			C 3	16	77.43	5.0
C 4			16	154.95	17.9	
Abreviaturas utilizadas						
\varnothing_N Caudal calefacción DP calefacción			<i>Diámetro nominal</i> <i>Caudal del circuito calefacción</i> <i>Pérdida de presión del circuito calefacción</i>			

Una vez obtenidos los caudales se saca la potencia de calefacción que requiere cada armario colector y, por ende, la potencia de calefacción total instalada (Tabla 48).

Tabla 48. Potencia de calefacción de los colectores.

Equipo	Conjunto de recintos	Armario de colectores	Potencia de calefacción instalada (W)
Tipo 1	Vivienda	CC 1	6036.9
		CC 2	5969.2
		CC 3	2133.4
		CC 4	2035.8
TOTAL			16175.3

Como se puede observar, la potencia de calefacción instalada es menor a los requerimientos de la carga térmica total calculada con anterioridad debido a que el suelo radiante no va a proporcionar calefacción a los aseos, ya que ha decidido usar unos emisores térmicos eléctricos.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Las pérdidas de calor a través de la red de tuberías de distribución son de tan solo un 1.8% del producido por la caldera, lo que significa un muy buen resultado en lo que a pérdidas desde la caldera hasta los circuitos se refiere (Tabla 49).

Tabla 49. Porcentaje de pérdidas entre la caldera y el suelo radiante.

Potencia de los equipos (kW)	q_{cal} (W)	Pérdida de calor (%)
22.00	395.3	1.8

Por último, a modo de resumen, tenemos las distintas potencias de los circuitos, del equipo generador y las cargas térmicas de calefacción (Tabla 50).

Tabla 50. Distintas potencias de calefacción de la vivienda.

Equipos	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción de los circuitos (kW)	Cargas térmicas de calefacción (kW)
Caldera a gasóleo	22	16.17	16.87

Para el cálculo de la instalación de refrigeración mediante el equipo *multi split*, se ha descrito anteriormente en el sistema de climatización anterior.

Con todo esto, la instalación quedaría calculada y diseñada (Figura 24).

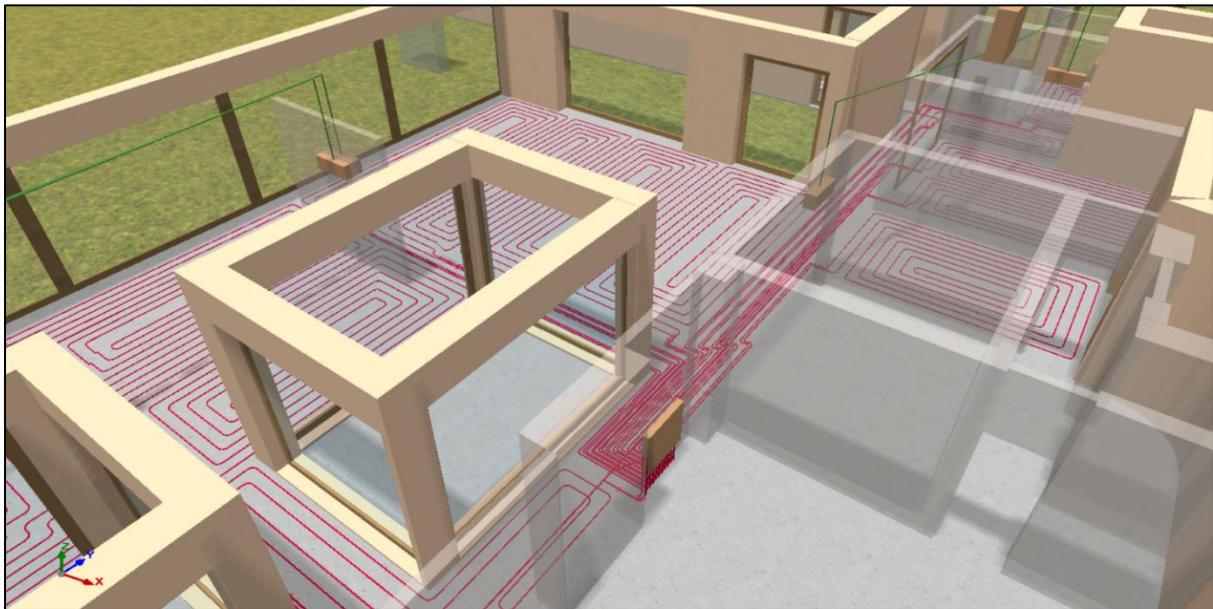


Figura 24. Armario colector situado en el garaje alimentando varios circuitos de suelo radiante.

7.2.2.3 Climatización centralizada por conductos con bomba de calor

Este sistema de climatización consiste en un equipo centralizado por conductos con una bomba de calor reversible (refrigeración y calefacción) por sistema aire-agua.

El sistema se compone de una unidad aire-agua exterior, que producirá agua caliente en invierno y agua fría en verano, para, mediante una red de tuberías, conectarse a una serie de unidades interiores llamadas *fan-coils*.

Estos *fan-coils* son los encargados de transmitir la potencia calorífica o frigorífica (según sea invierno o verano) desde las tuberías de agua al aire que los atraviesa.

Este aire ya climatizado se reparte mediante un sistema de conductos con rejillas situado en el falso techo. Las ventajas e inconvenientes de este sistema son:

- Ventajas: sistema muy eficiente, no produce gases contaminantes, versatilidad (calefacción y refrigeración en un solo equipo), idóneo para grandes espacios, requieren poco espacio y poco mantenimiento, adaptabilidad para trabajar con sistemas de generación de ACS mediante captación solar y un acumulador...
- Desventajas: alto coste, ruidoso si no se insonoriza correctamente, unidad exterior de grandes dimensiones...

El sistema de climatización mediante bomba de calor reversible y *fan-coils* no son la unidad más vendida en España, pero gozan de gran presencia en otros países europeos. Se estima que, en países como Francia e Italia, aproximadamente el 14 y el 30% respectivamente de las unidades de acondicionamiento de aire vendidas son fan coils. Su uso también es popular en muchos países del este de Europa.

Es por esto, que este sistema nos proporcionará una visión mas moderna de lo que puede suponer instalar este reciente sistema de climatización en una vivienda amplia como la de este estudio (Tabla 51).

Tabla 51. Sistema de climatización por conductos con bomba de calor.

Refrigeración / Calefacción				
Tipo de sistema	Unidad exterior	Unidad interior	Tipo de conducción	Distribución
Bomba de calor reversible (aire-agua)	Enfriadora condensada por aire	<i>Fan-coils</i>	Tubería de agua caliente/fría	Conductos rectangulares de lana mineral

7.2.2.3.1 Equipos térmicos seleccionados

Para este sistema de climatización, se ha optado por una unidad generadora de la marca estadounidense LENNOX:

- 1 unidad generadora tipo bomba de calor reversible, aire-agua, modelo Ecolean EAR 0211SKHN "LENNOX", potencia frigorífica nominal de 19,1 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 19,8 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 5 l, presión nominal disponible de 126 kPa) y depósito de inercia de 50 l, caudal de agua nominal de 3,29 m³/h (Figura 25).

Para las unidades emisoras de calor y frío se han usado:

- 8 unidades de *fan-coils* horizontales de la marca francesa CIAT, de los cuales se han usado 4 modelos: (Tabla 2) (Figura 25).

Tabla 52. Modelos de fan-coils usados.

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 428 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 2,75 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 2,72 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,571 m ³ /h, caudal de aire nominal de 400 m ³ /h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 51 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF
Tipo 2	Fancoil horizontal, modelo KCN-35 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 9,4 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 10,4 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 1,6 m ³ /h, caudal de aire nominal de 1300 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 64,5 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-4, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF
Tipo 3	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 430 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 3,34 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 3,53 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,719 m ³ /h, caudal de aire nominal de 460 m ³ /h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 47 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1,6, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF
Tipo 4	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 426 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 1,65 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 1,6 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,358 m ³ /h, caudal de aire nominal de 220 m ³ /h, presión de aire nominal de 27 Pa y potencia sonora nominal de 46 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

A su vez, los *fan-coils* deben ir conectados a la caldera mediante una red de tuberías estándar de agua:

- Tubería de Polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado (PE-X, Al, PE-X) con un aislamiento mediante coquilla elastomérica con un diámetro total de entre 16 mm y 40 mm según se requiera.

Por otro lado, para distribuir el aire climatizado por todos los recintos se ha optado por el uso de conductos:

- Panel rígido de alta densidad de lana de vidrio Climaver Plus R "ISOVER", según UNE-EN 13162, de 25 mm de espesor, revestido por ambas caras por aluminio (exterior: aluminio + malla de fibra de vidrio + *kraft*; interior: aluminio + *kraft*), con el canto macho rebordeado por el complejo interior del conducto, para la formación de conductos autoportantes para la distribución de aire en climatización, resistencia térmica 0,78 m²K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), Euroclase Bs1d0 de reacción al fuego, con código de designación MW-UNE-EN 13162-T5 (Figura 25).

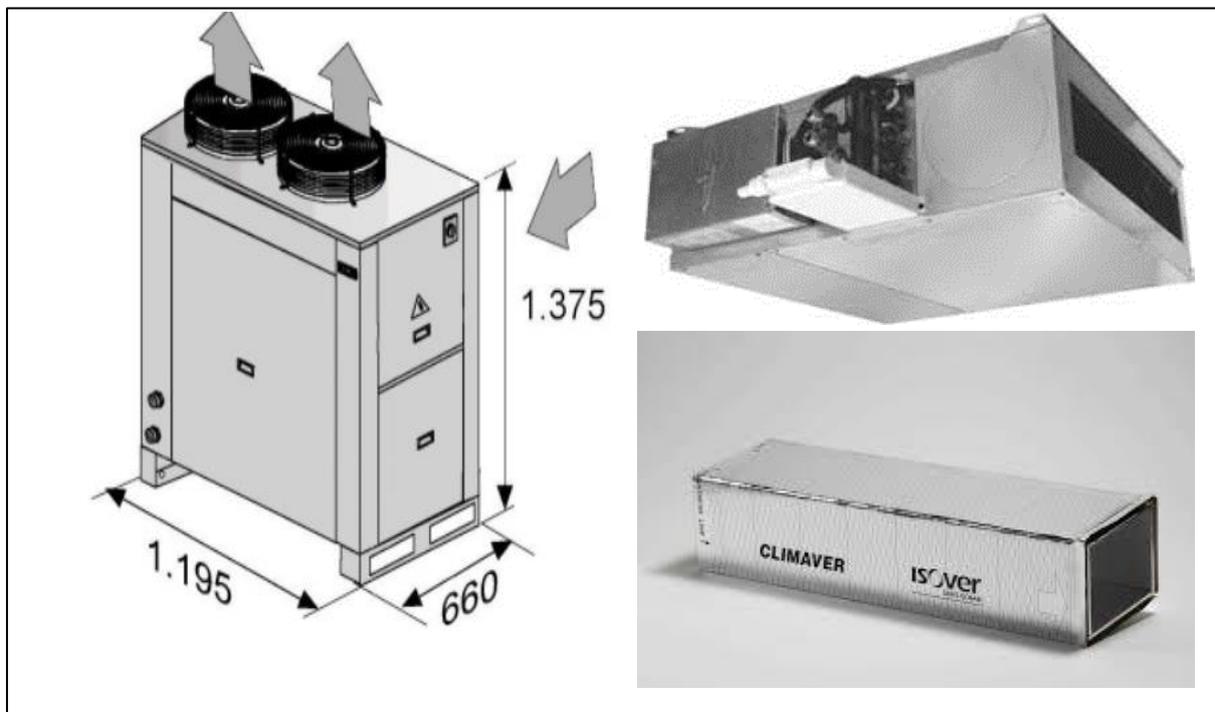


Figura 25. Unidad exterior de 19.1 kW y 19.8 kW de potencia frigorífica y calorífica respectivamente (izquierda), fancoil Major 2 NCH de CIAT (arriba derecha) y conducto aislado de ISOVER (abajo derecha).

7.2.2.3.2 *Sistemas de distribución de calor*

La distribución del agua caliente hacia los radiadores se realizará mediante un tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm a 32 mm de diámetro y entre 2 mm y 3mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, según UNE-EN ISO 21003-1, como se ha citado anteriormente.

El calor generado por la bomba de calor reversible será transferido a el agua que circula por las tuberías. Este calor se transfiere a los sistemas de *fan-coils*.

Los *fan-coils* tienen el pequeño inconveniente de provocar ruido, con lo cual, se decide implementarlos fuera de los recintos a climatizar en la medida de lo posible.

Se instalarán en todos los aseos para climatizar estos y a su vez el dormitorio colindante. También se posicionará uno de gran potencia en el almacén encargado de climatizar toda la cocina y la parte sur del salón-comedor, a parte de otro auxiliar de menor potencia en el pasillo del garaje para climatizar el *hall* y la parte norte del salón. Para acabar, se colocará un último *fan-coil* en el pasillo de distribución que climatizará el despacho y el propio distribuidor (Tabla 53) (Figura 26).

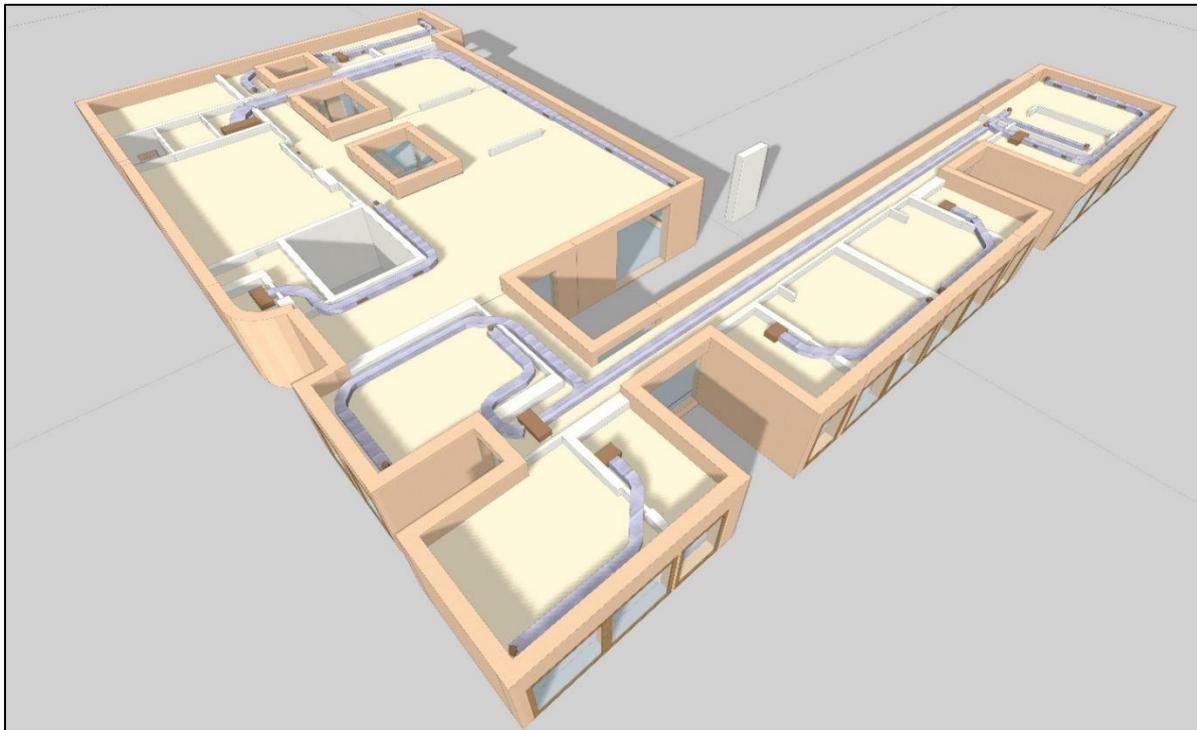


Figura 26. Distribución de los fan-coils y conductos por encima del falso techo.

Para más información sobre la instalación de climatización mediante bomba de calor, ver Anexo 8.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 53. Ubicación de los fan-coils y recintos que climatizan.

<i>fan-coil</i> (ubicación)	Sistema	Recinto que climatiza
Major 2 NCH I 428 (Aseo 4)	Climatización	Dormitorio 4 + Aseo 4
KCN-35 (Almacén)	Climatización	Cocina + Salón-comedor
Major 2 NCH I 430 (Pasillo 2)	Climatización	Salón-comedor
Major 2 NCH I 430 (Pasillo)	Climatización	Pasillo + Despacho
Major 2 NCH I 426 (Aseo 3)	Climatización	Aseo 3 + Dormitorio 3
Major 2 NCH I 426 (Aseo 1)	Climatización	Aseo 1 + Dormitorio 1
Major 2 NCH I 426 (Aseo 2)	Climatización	Aseo 2 + Dormitorio 2
Major 2 NCH I 428 (Dormitorio ppal)	Climatización	Dormitorio principal

Para el cálculo de los conductos de climatización se ha fijado la altura en 15 cm dejando espacio para que otras posibles instalaciones no tengan problemas en ser implementadas en el falso techo. El ancho de los conductos queda libre, siendo calculado mediante el método de dimensionamiento de pérdida de carga constante (Tabla 54).

Tabla 54. Tramos de conductos y sus características.

Tramo		Conductos							
Inicio	Final	Q (m³/h)	w x h (mm)	V (m/s)	F (mm)	L (m)	DP ₁ (Pa)	DP (Pa)	D (Pa)
A2-Planta baja	N11-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	0.61	1.06	32.70	18.97
A2-Planta baja	N11-Planta baja	390.0	150x150	5.1	164.0	3.11	4.97	48.60	3.07
A2-Planta baja	N11-Planta baja	260.0	150x150	3.4	164.0	2.05	4.97	50.60	1.07
A2-Planta baja	N11-Planta baja	130.0	150x150	1.7	164.0	2.66	4.97	51.67	
A2-Planta baja	N11-Planta baja		150x150		164.0	1.55		46.70	
A2-Planta baja	N13-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	2.73	4.83	19.58	3.58
A2-Planta baja	N13-Planta baja	300.0	150x150	3.9	164.0	1.90	4.83	21.98	1.18
A2-Planta baja	N13-Planta baja	150.0	150x150	2.0	164.0	2.10	4.83	23.16	
A2-Planta baja	N13-Planta baja		150x150		164.0	1.01		18.33	
A3-Planta baja	N12-Planta baja	1500.0	600x150	5.5	310.2	8.53	6.95	31.80	31.26
A3-Planta baja	N12-Planta baja	1269.4	500x150	5.5	286.8	4.03	6.95	46.31	16.76
A3-Planta baja	N12-Planta baja	1038.8	400x150	5.4	260.1	2.37	6.95	54.71	8.35
A3-Planta baja	N12-Planta baja	808.2	400x150	4.2	260.1	3.50	4.97	55.58	7.48
A3-Planta baja	N12-Planta baja	538.8	300x150	3.6	228.5	2.54	4.97	59.86	3.21
A3-Planta baja	N12-Planta baja	269.4	250x150	2.2	210.0	7.48	4.97	63.06	
A3-Planta baja	N12-Planta baja		250x150		210.0	0.66		58.09	
A4-Planta baja	N7-Planta baja	500.0	200x150	5.0	188.9	3.05	1.07	24.02	11.73
A4-Planta baja	N7-Planta baja	375.0	150x150	4.9	164.0	1.61	1.07	31.49	4.26
A4-Planta baja	N7-Planta baja	250.0	150x150	3.3	164.0	2.88	1.07	35.28	0.48
A4-Planta baja	N7-Planta baja	125.0	150x150	1.6	164.0	1.80	1.07	35.75	
A4-Planta baja	N7-Planta baja		150x150		164.0	1.12		34.68	
A5-Planta baja	N9-Planta baja	500.0	200x150	5.0	188.9	1.22		30.07	
A5-Planta baja	N5-Planta baja	500.0	200x150	5.0	188.9	3.63	5.96	17.85	5.44
A5-Planta baja	N5-Planta baja	333.3	150x150	4.4	164.0	1.82	5.96	22.70	0.59
A5-Planta baja	N5-Planta baja	166.7	150x150	2.2	164.0	1.33	5.96	23.29	
A5-Planta baja	N5-Planta baja		150x150		164.0	0.61		17.32	
A6-Planta baja	N48-Planta baja	220.0	150x150	2.9	164.0	0.25	1.06	1.24	2.79
A6-Planta baja	N48-Planta baja	160.0	150x150	2.1	164.0	2.94	1.88	3.84	0.20
A6-Planta baja	N48-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.70		2.04	
A7-Planta baja	N52-Planta baja	220.0	150x150	2.9	164.0	0.30	1.06	1.28	2.87
A7-Planta baja	N52-Planta baja	160.0	150x150	2.1	164.0	3.07	1.88	3.93	0.22
A7-Planta baja	N52-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.50		2.11	
A8-Planta baja	N50-Planta baja	220.0	150x150	2.9	164.0	0.32	1.06	1.29	2.75
A8-Planta baja	N50-Planta baja	160.0	150x150	2.1	164.0	2.84	1.88	3.84	0.19
A8-Planta baja	N50-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.74		2.05	

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 54. (Continuación)

A9-Planta baja	N4-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	1.36	2.38	36.57	14.03
A9-Planta baja	N4-Planta baja	360.0	150x150	4.7	164.0	3.42	2.38	45.00	5.60
A9-Planta baja	N4-Planta baja	270.0	150x150	3.6	164.0	3.04	2.38	48.18	2.41
A9-Planta baja	N4-Planta baja	180.0	150x150	2.4	164.0	3.09	2.38	50.34	0.25
A9-Planta baja	N4-Planta baja	90.0	150x150	1.2	164.0	1.69	2.38	50.59	
A9-Planta baja	N4-Planta baja		150x150		164.0	0.82		48.21	
A9-Planta baja	N6-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	3.69	4.83	22.11	1.61
A9-Planta baja	N6-Planta baja	300.0	150x150	3.9	164.0	1.01	4.83	23.40	0.32
A9-Planta baja	N6-Planta baja	150.0	150x150	2.0	164.0	0.89	4.83	23.72	
A9-Planta baja	N6-Planta baja		150x150		164.0	0.48		18.89	
N51-Planta baja	N2-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.78	1.88	4.15	
N51-Planta baja	N2-Planta baja		150x150		164.0	0.73		2.26	
N52-Planta baja	N51-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.53		2.17	
N49-Planta baja	N3-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.30	1.88	4.03	
N49-Planta baja	N3-Planta baja		150x150		164.0	1.19		2.15	
N50-Planta baja	N49-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.53		2.11	
N47-Planta baja	N1-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.42	1.88	4.03	
N47-Planta baja	N1-Planta baja		150x150		164.0	1.08		2.15	
N48-Planta baja	N47-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.53		2.10	
N9-Planta baja	N8-Planta baja	230.2	150x150	3.0	164.0	1.74	1.73	33.06	21.87
N9-Planta baja	N8-Planta baja	153.5	150x150	2.0	164.0	2.30	1.73	33.94	21.00
N9-Planta baja	N8-Planta baja	76.7	150x150	1.0	164.0	2.47	1.73	34.21	20.72
N9-Planta baja	N8-Planta baja		150x150		164.0	0.91		32.48	
N9-Planta baja	N10-Planta baja	269.8	150x150	3.5	164.0	11.75	5.35	54.40	0.53
N9-Planta baja	N10-Planta baja	134.9	150x150	1.8	164.0	1.77	5.35	54.94	
N9-Planta baja	N10-Planta baja		150x150		164.0	0.56		49.59	
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Longitud</i>				
w x h	<i>Dimensiones (Ancho x Alto)</i>			DP ₁	<i>Pérdida de presión</i>				
V	<i>Velocidad</i>			DP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>				
F	<i>Diámetro equivalente.</i>			D	<i>Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable</i>				

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Una vez diseñados los conductos y calculados, el programa de cálculo nos proporciona los caudales de aire en refrigeración y calefacción que discurre por los *fan-coils*, los incrementos de temperatura en refrigeración y calefacción, presiones disponibles...etc (Tabla 55).

Tabla 55. Características calculadas de los *fan-coils*

Fancoils (Continuación)							
Modelo	DT _{ref} (°C)	DT _{cal} (°C)	Q _{ref} (m ³ /h)	Q _{cal} (m ³ /h)	P (Pa)	N (dBA)	Dimensiones (mm)
Major 2 NCH I 428 (A2-Planta baja)	7.0	40.0	450.0	450.0	57.0	59.0	771x705x270
KCN-35 (A3-Planta baja)	7.0	40.0	1500.0	1500.0	70.0	70.4	697x1082x286.5
Major 2 NCH I 430 (A4-Planta baja)	7.0	40.0	500.0	500.0	61.8	57.0	771x905x270
Major 2 NCH I 430 (A5-Planta baja)	7.0	40.0	500.0	500.0	61.8	57.0	771x905x270
Major 2 NCH I 426 (A6-Planta baja)	7.0	40.0	220.0	220.0	26.7	46.0	771x505x270
Major 2 NCH I 426 (A7-Planta baja)	7.0	40.0	220.0	220.0	26.7	46.0	771x505x270
Major 2 NCH I 426 (A8-Planta baja)	7.0	40.0	220.0	220.0	26.7	46.0	771x505x270
Major 2 NCH I 428 (A9-Planta baja)	7.0	40.0	450.0	450.0	57.0	59.0	771x705x270
DT _{ref} = 5 °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		

Finalmente, se calcula las pérdidas de calor en las tuberías de distribución desde el equipo generador hasta los *fan-coils*, obteniendo un muy buen resultado del 3.6% (Tabla 56).

Tabla 56. Porcentaje de pérdidas entre la bomba de calor y los *fan-coils*.

Potencia de los equipos (kW)	q _{ref} (W)	Pérdida de calor (%)
19.10	685.9	3.6

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Por último, a modo de resumen, tenemos las distintas potencias de los *fan-coils*, del equipo generador y las cargas térmicas de calefacción. Como se puede observar, la potencia requerida de cargas simultáneas para refrigeración es ligeramente menor. Esto se debe a que no se ha aplicado ningún coeficiente de simultaneidad, ya que es poco probable que se pongan en funcionamiento todos los equipos de refrigeración a la vez (Tabla 57).

Tabla 57. Potencias instaladas, requeridas y cargas máximas simultáneas

Conjunto de recintos	$P_{instalada}$ (kW)	% Q_{tub}	% $Q_{equipos}$	Q_{ref} (kW)	Total (kW)
Casa	19.10	3.59	2.00	18.25	19.32
Abreviaturas utilizadas					
$P_{instalada}$	Potencia instalada (kW)	% $Q_{equipos}$	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
% Q_{tub}	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para refrigeración respecto a la potencia instalada (%)	Q_{ref}	Carga máxima simultánea de refrigeración (kW)		
Conjunto de recintos	$P_{instalada}$ (kW)	% Q_{tub}	% $Q_{equipos}$	Q_{cal} (kW)	Total (kW)
Casa	21.76	3.85	2.00	16.87	18.15
Abreviaturas utilizadas					
$P_{instalada}$	Potencia instalada (kW)	% $Q_{equipos}$	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
% Q_{tub}	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)	Q_{cal}	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)		

Con todo esto, queda descrita, analizada y calculada esta instalación de climatización (Figura 27).

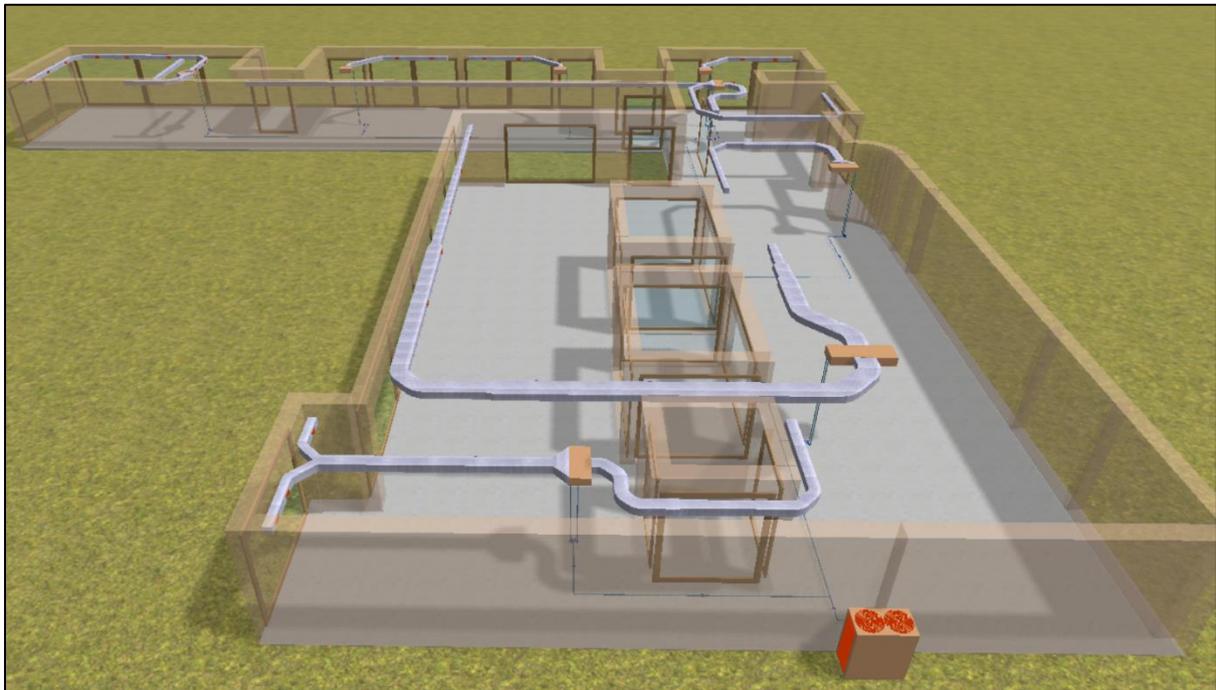


Figura 27. Instalación de conductos por bomba de calor reversible calculada.

7.3 Comparación del impacto ambiental de los tres sistemas de climatización

En este apartado, calcularemos el consumo energético del sistema, analizando la energía que consume y su vector de origen (combustible fósil, electricidad...) mediante la aplicación directa de la normativa del CTE, concretamente el DB-HE.

Posteriormente se compararán los tres sistemas para comprobar el impacto ambiental que pueden producir.

7.3.1 Consumo energético del sistema de calefacción por radiadores y refrigeración *multi split*

Una vez realizado el conjunto climatizador, y comprobando que se suministran las potencias necesarias, se realizará un estudio energético para ver como de eficiente es esta combinación (Figura 28).

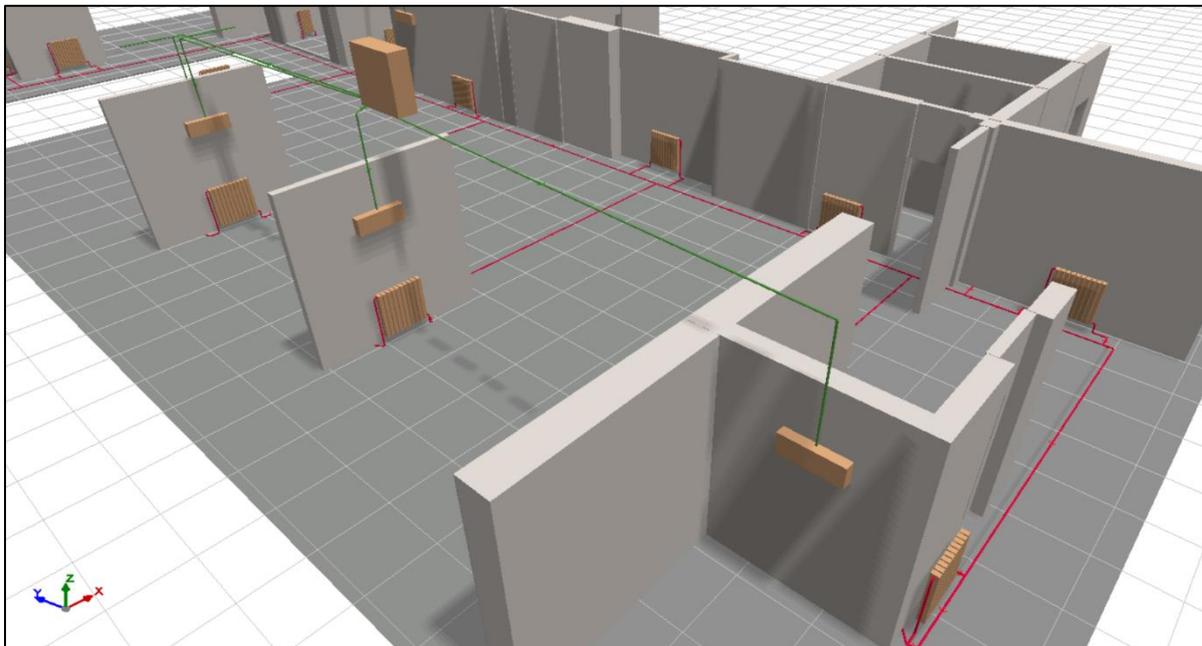


Figura 28. Conjunto climatizador *multi split* con radiadores.

Dado que el consumo de energía primaria no renovable no debe superar el valor límite $C_{ep,lim}$ tal y como se ha descrito anteriormente en el apartado 1.5.5, se ha insertado la instalación en el programa de cálculo teniendo en cuenta una serie de especificaciones respecto a la demanda de ACS y de aporte solar térmico también descritas en el apartado 1.5.5.

Como se puede comprobar, el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable cumple con el requisito obteniendo un consumo de $30.96 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{año})$ (Figura 29).

Para más información sobre el consumo energético de la calefacción mediante radiadores, ver Anexo 9.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,edificio} = 30.96 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 42.37 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,lim}$: Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$C_{ep,base}$: Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 40.00 kWh/(m²·año).

$F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 1000.

S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 422.17 m².

Figura 29. Cumplimiento del DB-HE 0.

Para realizar el cálculo de este consumo se han tenido en cuenta una serie de características para la simulación:

- Sistema de Refrigeración: tres unidades exteriores (una de 7.5 kW y dos de 10 kW) produciendo una potencia frigorífica total de 27.5 kW y un rendimiento medio estacional de frío (EER) de 3.49 (Figura 30).

Características								
Unidad exterior		Multisplit 2-estancias	Multisplit 2-estancias	Multisplit 2-estancias	Multisplit 3-estancias	Multisplit 3-estancias	Multisplit 4-estancias	Multisplit 5-estancias
		RAS-2M10U2AVG-E	RAS-2M14U2AVG-E	RAS-2M18U2AVG-E	RAS-3M18U2AVG-E	RAS-3M26U2AVG-E	RAS-4M27U2AVG-E	RAS-5M34U2AVG-E
Capacidad refrigeración	kW	3,3	4,0	5,2	5,2	7,5	8,0	10,0
Capacidad refrigeración (mín. - máx.)	kW	1,25 - 3,9	1,6 - 4,9	1,7 - 6,2	2,4 - 6,5	4,1 - 9,0	4,2 - 9,3	3,7 - 11,0
Consumo	kW C	0,76	0,92	1,34	1,17	2,00	2,29	2,98
EER	W/W	4,35	4,35	3,88	4,44	3,75	3,50	3,36
SEER		6,73	6,73	6,90	6,8	6,19	6,11	6,31
Clase de eficiencia energética	C	A++						

Datos físicos de la unidad exterior								
Unidad exterior		Multisplit 2-estancias	Multisplit 2-estancias	Multisplit 2-estancias	Multisplit 3-estancias	Multisplit 3-estancias	Multisplit 4-estancias	Multisplit 5-estancias
		RAS-2M10U2AVG-E	RAS-2M14U2AVG-E	RAS-2M18U2AVG-E	RAS-3M18U2AVG-E	RAS-3M26U2AVG-E	RAS-4M27U2AVG-E	RAS-5M34U2AVG-E
Caudal de aire	m ³ /h - l/s C	1863-517	1863-517	2107-585	2177-605	2508-696	2508-696	3426-951
Nivel presión sonora	dB(A) C	45	45	47	49	48	48	52
Nivel potencia sonora	dB(A) C	58	58	60	62	63	63	66
Rango funcionamiento	°C C	-10/46	-10/46	-10/46	-10/46	-10/46	-10/46	-10/46
Caudal de aire	m ³ /h - l/s H	1863-517	1863-517	2038-566	2107-585	2508-696	2508-696	3666-1018
Nivel presión sonora	dB(A) H	46	46	50	50	49	49	55
Nivel potencia sonora	dB(A) H	59	59	63	63	64	64	68
Rango funcionamiento	°C H	-20/24	-20/24	-20/24	-20/24	-15/24	-15/24	-15/24
Dimensiones (HxWxD)	mm	630 x 800 x 300	890 x 900 x 320	890 x 900 x 320	890 x 900 x 320			
Peso	kg	38	43	45	46	72	72	78
Tipo de compresor		DC Single Rotary	DC Twin Rotary	DC Twin Rotary	DC Twin Rotary	DC Twin Rotary	DC Twin Rotary	DC Twin Rotary
Conexiones abocardadas - gas		1/4" x 2	1/4" x 2	1/4" x 2	1/4" x 2	3/8" x 1 + 1/2" x 2	3/8" x 2 + 1/2" x 2	3/8" x 3 + 1/2" x 2
Conexiones abocardadas - líquido		3/8" x 2	3/8" x 2	3/8" x 2	3/8" x 2 + 1/2" x 1	1/4" x 3	1/4" x 4	1/4" x 5
Long. máx. tubería (por unidad/total)	m	15/20	20/30	20/30	25/50	25/ 70	25 / 70	25 / 80
Diferencia máx. altura	m	10	10	10	10	15	15	15
Longitud de tubería precarga	m	20	30	30	50	40	40	40
Carga adicional	gr/m	—	—	—	—	20	20	20
Alimentación	V-ph-Hz	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50

C: Modo refrigeración
H: Modo calefacción

Figura 30. Recuadrado en rojo, los dos modelos de unidades exteriores usadas.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Para el cálculo del EER se ha realizado una media simple de los EER de cada unidad externa.

$$EER_{medio} = \frac{\sum EER_{unidad}}{n^{\circ} \text{ de unidades}} = \frac{3.75 + 2 * 3.36}{3} = 3.49$$

- Sistema de Calefacción: una unidad generadora (caldera de gas natural) de 26.7 kW con un rendimiento estacional medio de calor (COP) de 1.07 (Figura 31).

Rango eficiencia A+++ → G

A+ con termostatos modulantes MiGo o MiPro
Excepto modelos sólo calefacción AS



Thema Condens

	Ud	25-A			AS 30	AS 25
Control		-	MiGo	Exacontrol E7 RC	-	-
Referencia	GN	1202 1496	1212 1496	1222 1496	1201 7385	1201 7384
	GP	1202 3509	1212 3509	1222 3509	1	1
Tipo de gas		II2H3P			II2H3P	II2H3P
Caudal de gas a Pmax (G20/G31)	m³/h - kg/h	2,698			3,778	3,238
Calefacción						
Potencia útil (50/30 °C) (G20/G31)	kW	5,4 - 19,6			9,3 - 32,8	6,6 - 26,7
Potencia útil (80/60 °C) (G20/G31)	kW	4,9 - 18,1			8,5 - 30	5,9 - 24,5
Rendimiento s/PCI (50/30 °C)	%	106,2			107,1	106,8
Rendimiento s/PCI (80/60 °C)	%	98,8			98,3	97,7
Temperatura	°C	10 / 80			10 / 80	10 / 80
Máxima presión de trabajo	MPa/bar	0,3 / 3			0,3 / 3	0,3 / 3
Caudal de condensados a Pmax	L/h	2,70			2,85	2,70
Capacidad del vaso de expansión	L	8			8	8

Figura 31. Recuadrado en rojo, el modelo de caldera de gas natural seleccionado.

Una vez insertados los aparatos de consumo, se procede a calcular la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Este modelo se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico. Los resultados serán obtenidos con el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio (Tabla 58).

Tabla 58. Demandas energéticas anuales de calefacción y refrigeración.

Zonas habitables	S _u (m ²)	D _{cal}		D _{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·año))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·año))
Vivienda unifamiliar	422.17	6060.7	14.4	6132.9	14.5
TOTAL	422.17	6060.7	14.4	6132.9	14.5

S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal}: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

D_{ref}: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Seguidamente, con la demanda energética calculada y con los equipos consumidores descritos, se obtiene los resultados generales del sistema 1 de aporte de la vivienda (Tabla 59).

A este sistema se le aplicarán unos factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, en este caso electricidad y gas natural, que se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España' (Tabla 60).

Tabla 59. Consumo de energía de los sistemas instalados.

Tipo	Energía	Cap _{n,c} (kW)	Cap _{n,r} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef}		P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REA _c	
					(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))					
Sistema 1											
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	422.17	1757.3	4.2	5.5	3.49	3.1814	1.10
CALDERA GAS NATURAL	C	Gas natural	26.7	--	422.17	5664.2	13.4	8.9	1.07	1	1.07
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	422.17	1483.3	3.5	0.4	0.90	3.1814	0.28
TOTAL			31.7	27.5	422.17	8904.8	21.1		1.52		0.85

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

Cap_{n,c}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

Cap_{n,r}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.

K_e: Coeficiente de emisiones del vector energético.

REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 60. Coeficientes de corrección de los vectores energéticos.

Vector energético	$C_{ef,total}$		f_{cep}	$C_{ep,nr}$	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Electricidad	3240.6	7.7	1.954	6332.1	15.0
Gas natural	5664.2	13.4	1.19	6740.4	16.0

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

Finalmente, el programa de cálculo realiza mes a mes, de forma numérica, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año) (Tabla 61) (Figura 32).

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 61. Demanda y consumo energético mes a mes.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
EDIFICIO (S_u = 422.17 m²; V = 1095.6 m³)															
Demanda energética	C	1769.3	1150.6	838.7	223.2	131.1	--	--	--	--	4.6	479.0	1464.3	6060.7	14.4
	R	--	--	--	--	--	998.5	2146.2	2109.7	878.5	--	--	--	6132.9	14.5
	ACS	245.4	221.6	240.3	226.0	223.5	206.5	208.4	203.3	201.6	220.2	227.7	245.4	2669.9	6.3
	TOTAL	2014.7	1372.2	1079.1	449.2	354.5	1205.0	2354.6	2313.0	1080.1	224.7	706.7	1709.7	14863	35.2
Solar térmica	EA _{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EF	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	%D _{ACS}	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Electricidad (f _{cep} = 1.954)	EA _{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EA _R	--	--	--	--	--	998.5	2146.2	2109.7	878.5	--	--	--	6132.9	14.5
	EF	136.3	123.1	133.5	125.6	124.1	400.8	730.7	717.4	363.7	122.3	126.5	136.3	3240.6	7.7
	EP _{ren}	56.4	51.0	55.3	52.0	51.4	165.9	302.5	297.0	150.6	50.6	52.4	56.4	1341.6	3.2
Gas natural (f _{cep} = 1.19)	EP _{nr}	266.4	240.6	260.9	245.3	242.6	783.2	1427.8	1401.9	710.7	239.0	247.2	266.4	6332.1	15.0
	EA _C	1769.3	1150.6	838.7	223.2	131.1	--	--	--	--	4.6	479.0	1464.3	6060.7	14.4
	EF	1653.6	1075.3	783.9	208.6	122.5	--	--	--	--	4.3	447.6	1368.5	5664.2	13.4
	EP _{nr}	8.3	5.4	3.9	1.0	0.6	--	--	--	--	0.0	2.2	6.8	28.3	0.1
C _{ef,total}		1912.6	1309.2	1037.5	447.1	358.4	504.1	834.9	819.1	464.6	236.7	688.0	1627.5	10239	24.3
C _{ep,ren}		187.4	167.2	179.4	166.0	163.7	269.2	406.7	398.7	251.4	160.8	168.5	186.0	2704.9	6.4
C _{ep,nr}		2234.1	1520.2	1193.7	493.5	388.3	783.2	1427.8	1401.9	710.7	244.1	779.9	1894.9	13072	31.0

- S_u: Superficie habitable del edificio, m².
- V: Volumen neto habitable del edificio, m³.
- D_C: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh.
- D_R: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh.
- D_{ACS}: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh.
- f_{cep}: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- EA: Energía útil aportada, kWh.
- EF: Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.
- EP_{ren}: Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh.
- EP_{nr}: Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.
- %D: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable.
- C_{ef,total}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).
- C_{ep,ren}: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²·año).
- C_{ep,nr}: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

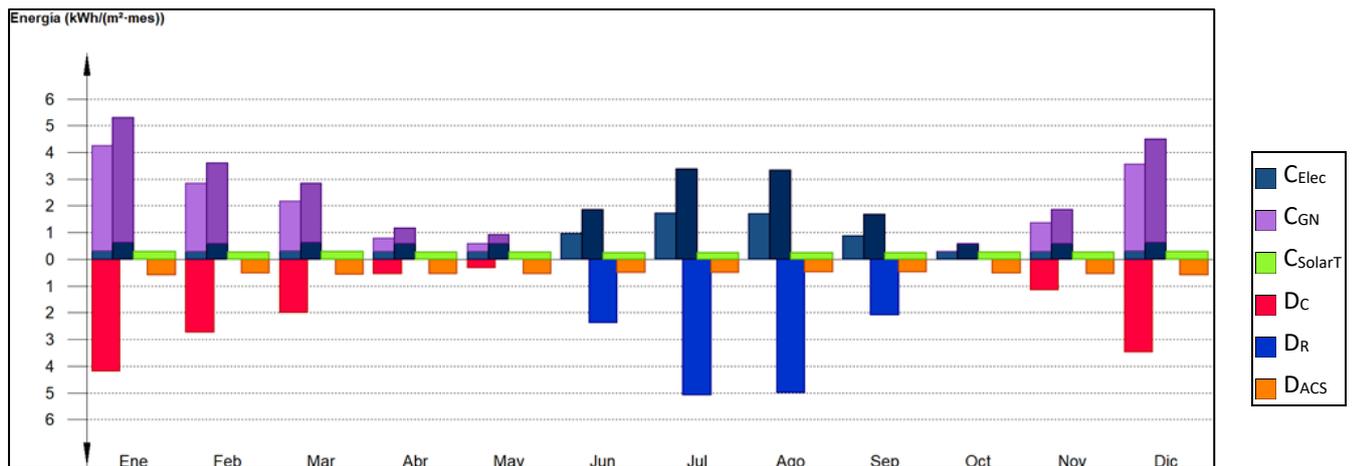


Figura 32. Gráfica de demanda y consumo energético mes a mes.

7.3.2 Consumo energético del sistema de calefacción por suelo radiante y refrigeración *multi split*

Una vez realizado el conjunto climatizador, y comprobando que se suministran las potencias necesarias, se realizará un estudio energético para ver como de eficiente es esta combinación (Figura 33).

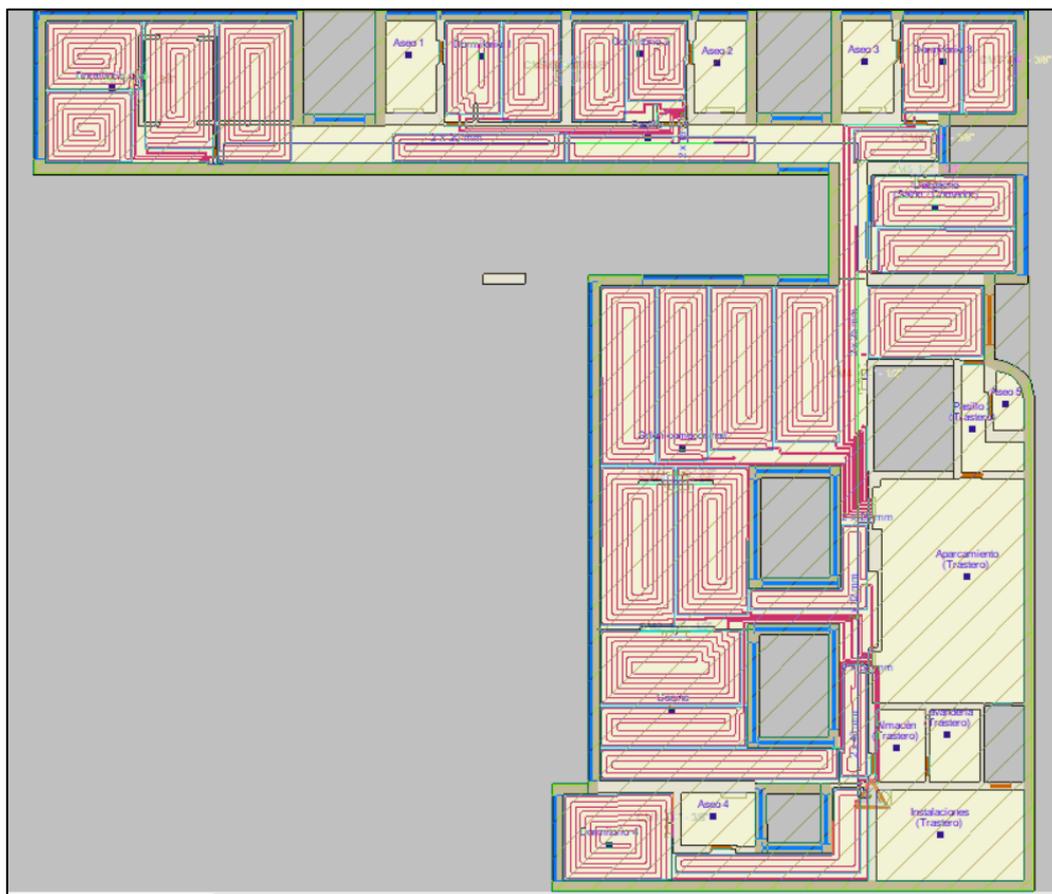


Figura 33. Plano en planta del conjunto climatizador de la vivienda.

Dado que el consumo de energía primaria no renovable no debe superar el valor límite $C_{ep,lim}$ tal y como se ha descrito anteriormente en el apartado 1.5.5, se ha insertado la instalación en el programa de cálculo teniendo en cuenta una serie de especificaciones respecto a la demanda de ACS y de aporte solar térmico también descritas en el apartado 1.5.5.

Para más información sobre el consumo energético de calefacción mediante suelo radiante, ver Anexo 10.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Como se puede comprobar, el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable cumple con el requisito obteniendo un consumo de 33.57 kWh/(m²·año) (Figura 34).

1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,edificio} = 33.57 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 42.37 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,lim}$: Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$C_{ep,base}$: Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 40.00 kWh/(m²·año).

$F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 1000.

S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 422.17 m².

Figura 34. Cumplimiento del DB-HE 0.

Para realizar el cálculo de este consumo se han tenido en cuenta una serie de características para la simulación:

- Sistema de Refrigeración: el sistema implementado en este conjunto ya se ha descrito en el apartado 7.3.1 y se han especificado su ficha y características técnicas
- Sistema de Calefacción: una unidad generadora (caldera de gasóleo) de 22 kW con un rendimiento estacional medio de calor (COP) de 0.90 (Figura 35).

Datos del producto	Símbolo	Unidad	KUBC-22	KUBC-30	KUBC-35	KUBC-49
Caldera de condensación			si	si	si	si
Potencia calorífica nominal	Prated	kW	22	29	35	47
Eficiencia energética estacional de calefacción	η_s	%	90	90	90	90
Clases de eficiencia energética			A	A	A	A
Potencia calorífica útil						
A potencia calorífica nominal y régimen de alta temperatura	P4	kW	21,8	29	35,1	46,5
A 30% de potencia calorífica nominal y régimen de baja temperatura	P1	kW	6,9	9,2	11,2	14,6
Eficiencia						
A potencia calorífica nominal y régimen de alta temperatura	η_4	%	91	91,6	91,6	91,2
A 30% de potencia calorífica nominal y régimen de baja temperatura	η_1	%	97,5	96,7	96,6	95,5
Consumo de electricidad auxiliar						
A plena carga	$e_{l,max}$	kW	0,225	0,259	0,284	0,316
A carga parcial	$e_{l,min}$	kW	0,076	0,083	0,09	0,104
En modo espera	P_{SB}	kW	0,007	0,007	0,007	0,007
Otros elementos						
Pérdida de calor en modo de espera	P_{stby}	kW	0,123	0,173	0,21	0,302
Emisión de óxido de nitrógeno (solo para gas o gasóleo)	NOx	mg/kWh	88	91	92	102
Nivel de potencia acústica interior	L_{WA}	dB	60	60	61	65

Figura 35. Recuadrado en rojo, el modelo de la caldera de gasóleo seleccionado.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Una vez insertados los aparatos de consumo, se procede a calcular la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora.

Este modelo se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico. Los resultados serán obtenidos con el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio (Tabla 62).

Tabla 62. Demandas energéticas anuales de calefacción y refrigeración.

Zonas habitables	S _u (m ²)	D _{cal}		D _{ref}	
		(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))	(kWh/ año)	(kWh/ (m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	422.17	6010.1	14.2	6072.9	14.4
TOTAL	422.17	6010.1	14.2	6072.9	14.4

S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal}: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

D_{ref}: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Seguidamente, con la demanda energética calculada y con los equipos consumidores descritos, se obtiene los resultados generales del sistema 1 de aporte de la vivienda (Tabla 63).

A este sistema se le aplicarán unos factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, en este caso electricidad y gasóleo, que se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España' (Tabla 64).

Tabla 63. Consumo de energía de los sistemas instalados.

	Tipo	Energía	Cap _{n,C} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef}		P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REA _c
						(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))				
Sistema 1											
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	422.17	1740.1	4.1	5.5	3.49	3.1814	1.10
CALDERA GASOLEO	C	Gasóleo C	22.0	--	422.17	6677.8	15.8	10.4	0.90	1.4069	0.64
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	422.17	1483.3	3.5	0.4	0.90	3.1814	0.28
TOTAL			27.0	27.5	422.17	9901.2	23.5		1.36		0.68

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

Cap_{n,C}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

Cap_{n,R}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.

K_e: Coeficiente de emisiones del vector energético.

REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 64. Coeficientes de corrección de los vectores energéticos.

Vector energético	$C_{ef,total}$		f_{cep}	$C_{ep,nr}$	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Electricidad	3223.4	7.6	1.954	6298.4	14.9
Gasóleo C	6677.8	15.8	1.179	7873.2	18.6

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

Finalmente, el programa de cálculo realiza mes a mes, de forma numérica, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año) (Tabla 65) (Figura 36).

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 65. Demanda y consumo energético mes a mes.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh* Año ⁻¹)
EDIFICIO (Su = 422.17 m²; V = 1095.2 m³)															
Demanda energética	C	1765.4	1144.5	834.6	211.1	124.2	--	--	--	--	3.0	468.1	1459.2	6010.1	14.2
	R	--	--	--	--	--	987.5	2125.1	2093.2	867.0	--	--	--	6072.9	14.4
	ACS	245.4	221.6	240.3	226.0	223.5	206.5	208.4	203.3	201.6	220.2	227.7	245.4	2669.9	6.3
	TOTAL	2010.7	1366.2	1074.9	437.2	347.6	1194.0	2333.5	2296.5	1068.7	223.2	695.8	1704.6	14752.8	34.9
Solar térmica	EAACS	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EF	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	%DACS	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Electricidad (fcep = 1.954)	EAACS	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EAR	--	--	--	--	--	987.5	2125.1	2093.2	867.0	--	--	--	6072.9	14.4
	EF	136.3	123.1	133.5	125.6	124.1	397.7	724.7	712.7	360.5	122.3	126.5	136.3	3223.4	7.6
	EPren	56.4	51.0	55.3	52.0	51.4	164.6	300.0	295.1	149.2	50.6	52.4	56.4	1334.5	3.2
	EPnr	266.4	240.6	260.9	245.3	242.6	777.1	1416.0	1392.7	704.3	239.0	247.2	266.4	6298.4	14.9
Gasóleo C (fcep = 1.179)	EAC	1765.4	1144.5	834.6	211.1	124.2	--	--	--	--	3.0	468.1	1459.2	6010.1	14.2
	EF	1961.5	1271.7	927.3	234.6	138.0	--	--	--	--	3.3	520.1	1621.4	6677.8	15.8
	EPren	5.9	3.8	2.8	0.7	0.4	--	--	--	--	0.0	1.6	4.9	20.0	0.0
	EPnr	2312.6	1499.3	1093.3	276.6	162.7	--	--	--	--	3.9	613.2	1911.6	7873.2	18.6
Cef,total	2220.5	1505.6	1181.0	473.2	373.8	500.9	828.8	814.4	461.3	235.7	760.4	1880.4	11236.1	26.6	
Cep,ren	185.0	165.6	178.2	165.7	163.5	267.9	404.2	396.7	250.0	160.7	167.8	184.0	2689.5	6.4	
Cep,nr	2579.0	1739.9	1354.2	522.0	405.2	777.1	1416.0	1392.7	704.3	242.9	860.3	2178.0	14171.6	33.6	

- Su: Superficie habitable del edificio, m².
- V: Volumen neto habitable del edificio, m³.
- Dc: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh.
- Dr: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh.
- DACS: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh.
- fcep: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- EA: Energía útil aportada, kWh.
- EF: Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.
- EPren: Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh.
- EPnr: Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.
- %D: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable.
- Cef,total: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²*año).
- Cep,ren: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²*año).
- Cep,nr: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²*año).

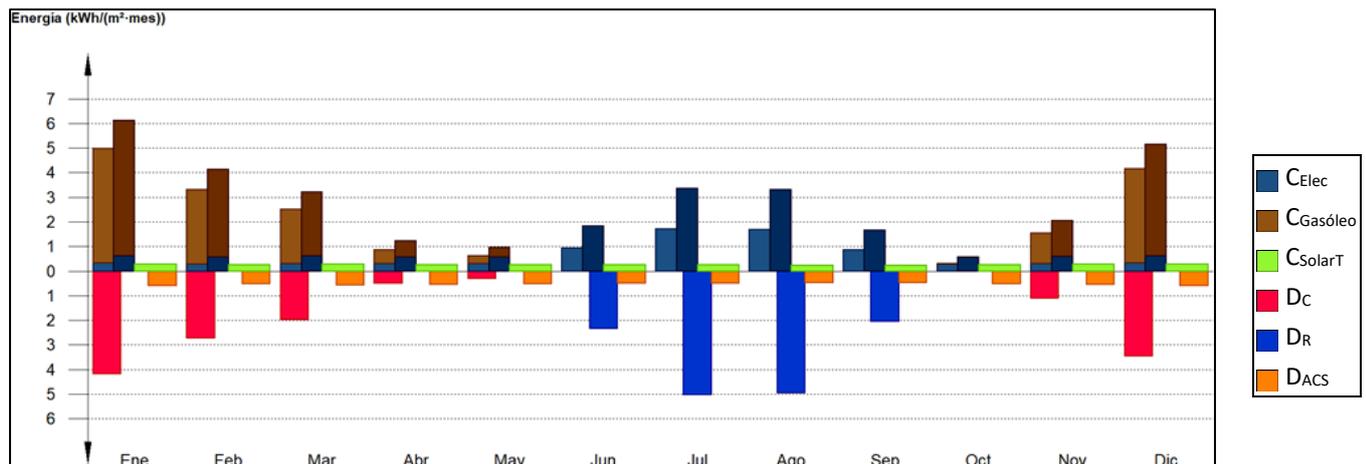


Figura 36. Gráfica de demanda y consumo energético mes a mes.

7.3.3 Consumo energético del sistema de climatización centralizada por conductos con bomba de calor

Una vez realizado el conjunto climatizador, y comprobando que se suministran las potencias necesarias, se realizará un estudio energético para ver como de eficiente es esta combinación (Figura 37).



Figura 37. Vista desde el dormitorio 3 del conjunto climatizador centralizado por conductos.

Dado que el consumo de energía primaria no renovable no debe superar el valor límite $C_{ep,lim}$ tal y como se ha descrito anteriormente en el apartado 1.5.5, se ha insertado la instalación en el programa de cálculo teniendo en cuenta una serie de especificaciones respecto a la demanda de ACS y de aporte solar térmico también descritas en el apartado 1.5.5.

Como se puede comprobar, el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable cumple con el requisito obteniendo un consumo de 27.35 kWh/(m²·año) (Figura 38).

1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$C_{ep,edificio} = 27.35 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 42.37 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$ ✓

donde:

- $C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·año).
- $C_{ep,lim}$: Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).
- $C_{ep,base}$: Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 40.00 kWh/(m²·año).
- $F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 1000.
- S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 422.17 m².

Figura 38. Cumplimiento del DB-HE 0.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Para realizar el cálculo de este consumo se han tenido en cuenta una serie de características para la simulación:

- Sistema de Refrigeración y Calefacción: una sola unidad exterior 19.1 kW de potencia frigorífica y 19.8 kW de potencia calorífica con un rendimiento medio estacional de frío (EER) de 2.69 y un rendimiento estacional medio de calor (COP) de 2.79 (Figura 39).

ECOLean						
■ DATOS GENERALES - VERSIÓN STD						
ECOLEAN STD	EAC/EAR	0091	0111	0151	0191	0211
Modo frío						
Potencia frigorífica ⁽¹⁾	kW	8,8	11,1	13,3	17,3	19,1
Potencia absorbida ⁽¹⁾	kW	3,1	3,8	4,9	6,4	7,1
EER		2,84	2,91	2,69	2,70	2,69
Modo calor						
Capacidad calorífica ⁽²⁾	kW	9	11,1	13,1	17,5	19,8
Potencia absorbida ⁽²⁾	kW	3,1	4,1	4,8	6,3	7,1
COP		2,9	2,71	2,71	2,78	2,79
Datos eléctricos						
Voltaje	V/Ph/Hz	400/3/50 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾				
Intensidad de arranque	A	38	44	54	83	82
Corriente máxima	A	8	12	14	18	17
Circuito de refrigeración						
Número de circuitos	Nº	1				
Compresor	Nº	1				
Evaporador	Tipo	Placas soldadas				
Número de etapas	Nº	1				
Carga de refrigerante por circuito (sólo frío/unidad bomba de calor)	kg	3/3,1	3/3,1	3,4/3,9	4/5	5,5/6,5
Caída de presión						
Flujo nominal de agua	m ³ /h	1,51	1,91	2,3	2,99	3,29
Caída de presión sin filtro de agua	kPa	24,8	38,9	28,5	46,5	41,0
Caída de presión opcional de filtro de agua	kPa	49	66	58	81	78
Conexión hidráulica						
Tipo		Rosca Hembra				
Diámetro	Pulgadas	1"				
Ventilador del condensador (axial)						
Número	Nº	1	2	2	2	2
Caudal de aire nominal	m ³ /h	3500	6500	6700	6500	6300
Consumo total del ventilador	kW	0,15	0,3	0,32	0,3	0,28
Velocidad del ventilador	RPM	900				
Datos de niveles sonoros						
Potencia del nivel sonoro ⁽³⁾	dB(A)	73	75	75,7	76,2	78,6
Límites de funcionamiento (sólo frío/unidad bomba de calor)						
Temperatura máxima de aire exterior	°C	46/23				
Temperatura mínima de aire exterior	°C	0 °C (-15 °C Opción ⁽⁶⁾)/-10 °C (-15 °C Opción ⁽⁶⁾)				
Temperatura máxima de agua de entrada	°C	17/43				
Temperatura mínima de agua de salida	°C	+5 °C and -10 °C (Opción ⁽⁶⁾)/+20 °C				
ECOLEAN STD	EAC/EAR	0251	0291	0351	0431	
Modo frío						
Potencia frigorífica ⁽¹⁾	kW	23	27	32	38,5	
Potencia absorbida ⁽¹⁾	kW	9,3	10,4	12,1	14,8	

Figura 39. Recuadrado en rojo, el modelo de la bomba de calor reversible seleccionada.

Para más información sobre el consumo energético de climatización mediante bomba de calor, ver Anexo 11.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Una vez insertados los aparatos de consumo, se procede a calcular la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora.

Este modelo se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico. Los resultados serán obtenidos con el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio (Tabla 66).

Tabla 66. Demandas energéticas anuales de calefacción y refrigeración.

Zonas habitables	S _u (m ²)	D _{cal}		D _{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	422.17	6005.3	14.2	6113.7	14.5
	422.17	6005.3	14.2	6113.7	14.5

S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal}: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

D_{ref}: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

Seguidamente, con la demanda energética calculada y con los equipos consumidores descritos, se obtiene los resultados generales del sistema 1 de aporte de la vivienda (Tabla 67).

A este sistema se le aplicarán unos factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, en este caso electricidad y gasóleo, que se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España' (Tabla 68).

Tabla 67. Consumo de energía de los sistemas instalados.

Tipo	Energía	Cap _{n,c} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef}		P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REA _c	
					(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))					
Sistema 1											
BOMBA DE CALOR	C+R	Electricidad	19.8	19.1	422.17	4424.7	10.5	4.6	2.74	3.1814	0.86
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	422.17	1483.3	3.5	0.4	0.90	3.1814	0.28
TOTAL			24.8	19.1	422.17	5908.0	14.0		2.28		0.72

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

Cap_{n,c}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

Cap_{n,R}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.

K_e: Coeficiente de emisiones del vector energético.

REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 68. Coeficientes de corrección de los vectores energéticos.

Vector energético	$C_{ef,total}$		f_{cep}	$C_{ep,nr}$	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Electricidad	5908.6	14.0	1.954	11545.4	27.3

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

Finalmente, el programa de cálculo realiza mes a mes, de forma numérica, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año) (Tabla 69) (Figura 40).

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 69. Consumo energético mes a mes y el origen de la energía aportada.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
EDIFICIO (S_u = 422.17 m²; V = 1095.6 m³)															
Demanda energética	C	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	--	--	--	--	3.9	472.2	1454.2	6005.3	14.2
	R	--	--	--	--	--	995.9	2139.5	2103.3	875.0	--	--	--	6113.7	14.5
	ACS	245.4	221.6	240.3	226.0	223.5	206.5	208.4	203.3	201.6	220.2	227.7	245.4	2669.9	6.3
	TOTAL	2002.5	1362.6	1072.2	443.2	351.3	1202.4	2347.8	2306.7	1076.6	224.1	699.9	1699.6	14788.8	35.0
Solar térmica	EA _{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EF	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	%D _{ACS}	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Electricidad (f _{cep} = 1.954)	EA _C	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	--	--	--	--	3.9	472.2	1454.2	6005.3	14.2
	EA _{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EA _R	--	--	--	--	--	995.9	2139.5	2103.3	875.0	--	--	--	6113.7	14.5
	EF	766.1	532.1	431.7	203.4	170.0	484.9	911.3	894.9	437.3	123.7	295.8	657.5	5908.6	14.0
	EP _{ren}	317.2	220.3	178.7	84.2	70.4	200.8	377.3	370.5	181.0	51.2	122.4	272.2	2446.2	5.8
	EP _{nr}	1497.0	1039.7	843.5	397.4	332.1	947.6	1780.6	1748.6	854.5	241.8	577.9	1284.8	11545.4	27.3
C _{ef,total}	888.8	642.9	551.8	316.4	281.7	588.2	1015.4	996.5	538.1	233.8	409.6	780.2	7243.6	17.2	
C _{ep,ren}	439.9	331.1	298.9	197.2	182.1	304.0	481.4	472.1	281.9	161.3	236.3	394.9	3781.1	9.0	
C _{ep,nr}	1497.0	1039.7	843.5	397.4	332.1	947.6	1780.6	1748.6	854.5	241.8	577.9	1284.8	11545.4	27.3	

- S_u: Superficie habitable del edificio, m².
- V: Volumen neto habitable del edificio, m³.
- D_C: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh.
- D_R: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh.
- D_{ACS}: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh.
- f_{cep}: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- EA: Energía útil aportada, kWh.
- EF: Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.
- EP_{ren}: Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh.
- EP_{nr}: Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.
- %D: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable.
- C_{ef,total}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).
- C_{ep,ren}: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²·año).
- C_{ep,nr}: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

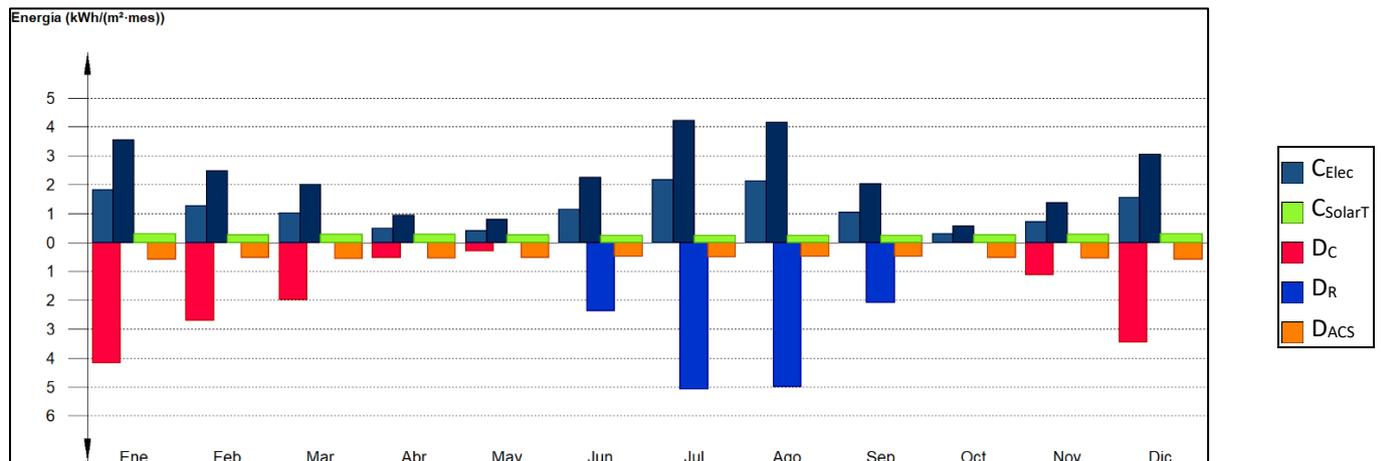


Figura 40. Gráfica de demanda y consumo energético mes a mes.

7.3.4 Comparación del consumo energético y del impacto ambiental

Después de haber aplicado el CT DB-HE 1 en materia de demanda energética anual, se llegó a la conclusión de que esta vivienda estaba por debajo de los 15 kWh/(m²·año), lo que según varios estudios internacionales certifica esta vivienda como *passive house*.

Conseguido este importante objetivo, aparece el problema de conseguir el máximo confort térmico de las personas junto con un mínimo consumo energético. Es por esto, que se diseñan, analizan y calculan 3 diferentes sistemas de climatización para comprobar cuál tiene mejores resultados en materia de consumo energético y a su vez en confort térmico para las personas.

Para realizar esta comparativa se han recogido los datos del apartado 7.3 calculados anteriormente, referidos al consumo de energía total de cada sistema (Tabla 70).

Como característica importante, se ha tenido en cuenta un consumo de ACS constante e igual para los 3 sistemas. Aparte, para hacer este estudio más neutral, la demanda energética anual de calefacción y refrigeración es la misma en los 3 sistemas.

Tabla 70. Consumo comparativo de energía de los tres sistemas.

	Tipo	Energía	Cap _{n,c} (kW)	Cap _{n,r} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef}		P _{mo} (W/m ²)
						(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	
SISTEMA 1 (RADIADORES + MULTI-SPLIT)								
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	422.17	1757.3	4.2	5.5
CALDERA GAS NATURAL	C	Gas natural	26.7	--		5664.2	13.4	8.9
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--		1483.3	3.5	0.4
TOTAL			31.7	27.5		8904.8	21.1	
SISTEMA 2 (SUELO RADIANTE + MULTI-SPLIT)								
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	422.17	1740.1	4.1	5.5
CALDERA GASOLEO	C	Gasóleo C	22.0	--		6677.8	15.8	10.4
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--		1483.3	3.5	0.4
TOTAL			27.0	27.5		9901.2	23.5	
SISTEMA 3 (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)								
BOMBA DE CALOR	C+R	Electricidad	19.8	19.1	422.17	4424.7	10.5	4.6
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--		1483.3	3.5	0.4
TOTAL			24.8	19.1		5908.0	14.0	

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

Cap_{n,c}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

Cap_{n,r}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

El sistema que mas energía consume es el de sistema 2, compuesto por el suelo radiante y el equipo de *multi-splits*, con un consumo que se acerca a los 10000 kWh/año. La mayor parte de este consumo se debe a la caldera de gasóleo instalada, que, aunque es cierto que es el equipo generador con el rendimiento medio estacional menor de todos los sistemas (90%), también se debe al gran requerimiento energético por parte del suelo radiante, con un consumo de 6677 kWh/año, lo que supone el 67.43% del consumo total en climatización. Por otro lado, el equipo de *multi-splits*, rinde con unos resultados muy buenos, con un consumo energético de 1740 kWh/año, lo que supone tan solo el 17.6% del consumo total de este conjunto. El porcentaje restante, aproximadamente un 15%, corresponde al termo eléctrico que se usa para la producción de ACS y es común a los tres sistemas.

Además, este sistema requiere de 23.5 kWh/m²·año para climatizar la vivienda a los requerimientos de las cargas térmicas.

Por delante está el sistema 2, un conjunto compuesto por radiadores de aluminio alimentados con agua caliente producida por una caldera de condensación de gas natural y el equipo de *multi-splits*, con un consumo total de aproximadamente 8900 kWh/año. Como se observa, el consumo de la caldera de gas natural, con un mejor rendimiento (106.8%) que la de gasóleo, es de 5664 kWh/año lo que supone el 63.6% del total de energía consumida por el sistema.

También se puede apreciar como este sistema requiere 21.1 kWh/m²·año para climatizar la vivienda a los requerimientos de las cargas térmicas durante todo el año.

En estos dos sistemas a priori muy parecidos, se puede apreciar como la caldera de gas natural obtiene unos mejores resultados energéticos para calefactar la misma vivienda, siendo la caldera de gas natural casi un 18% mejor que la caldera de gasóleo.

$$\% \text{ de mejora} = \frac{\text{Consumo cald.gas}}{\text{Consumo cald.gas}} - 1 = \frac{6677.8 \text{ kWh/año}}{5664.2 \text{ kWh/año}} - 1 = 17.89 \% \text{ de mejora}$$

Por último, cabe destacar los buenos resultados del que es el sistema estudiado con mejores prestaciones en lo que a materia de consumo energético se refiere. El sistema compuesto por la bomba de calor reversible con *fan-coils* y conductos, se proclama como el mejor sistema para implementar en esta vivienda con un consumo energético de 5900 kWh/año, lo que supone unos 3000 kWh/año menos que el sistema 1 de radiadores y 4000 kWh/año menos que el sistema 2 de suelo radiante.

Por otro lado, se puede observar como este sistema solo requiere de 14 kWh/m²·año para climatizar la vivienda a los requerimientos de las cargas térmicas.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Por lo tanto, el sistema 3 se convierte en el sistema idóneo para implementar en esta vivienda si nuestro objetivo es reducir al mínimo el consumo energético para climatización (Figura 41).

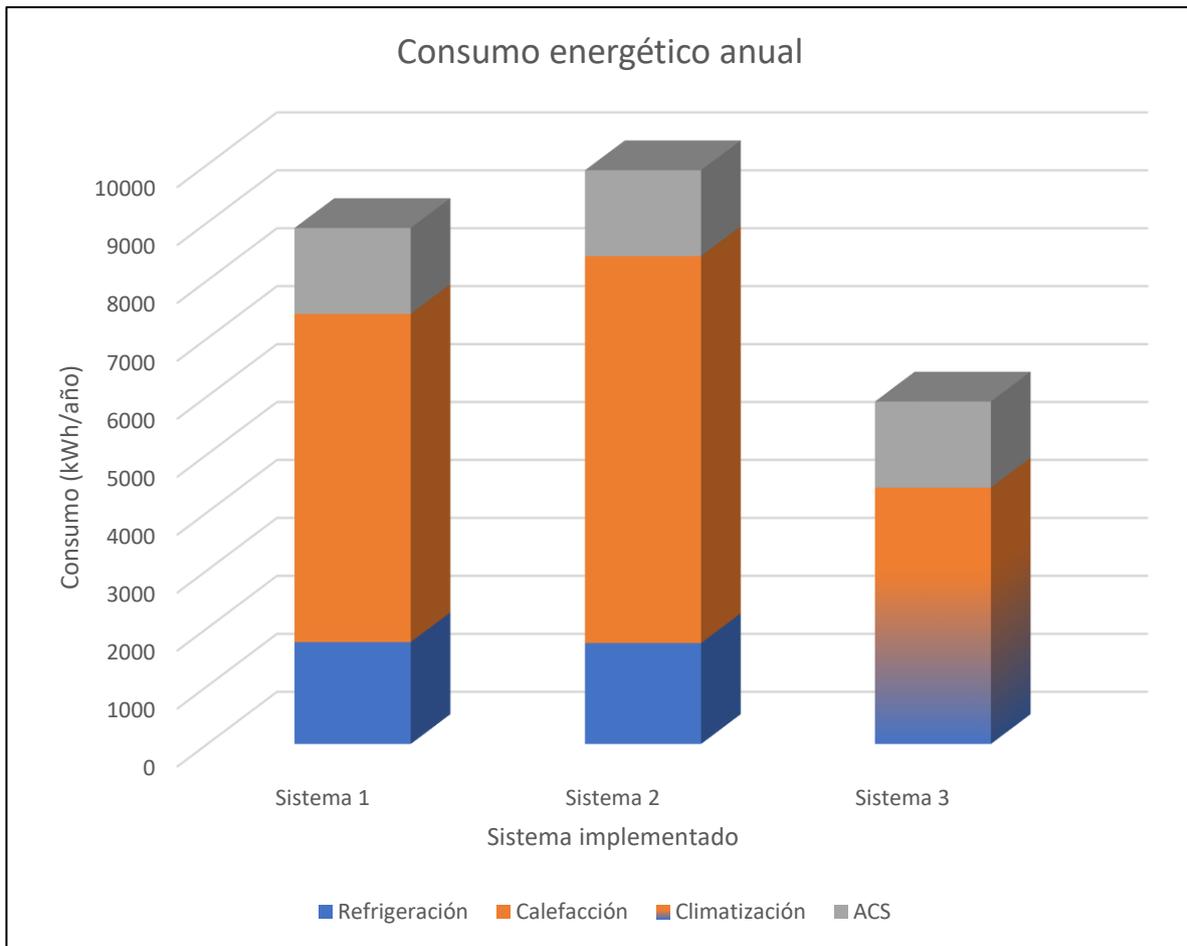


Figura 41. Comparación del consumo energético de los tres sistemas

Para realizar la comparativa del impacto ambiental de estos tres sistemas, no solo nos basaremos en la cantidad de energía que se consume, si no que también en el origen de esta.

La quema de combustible fósil por dos de los tres sistemas de este estudio expulsa al exterior gases contaminantes que repercuten de manera directa al calentamiento global. Aunque es cierto que aproximadamente el 35% de la electricidad producida en España tiene origen en fuentes renovables, no siempre es así.

Por ello, en este estudio se ha decidido usar una serie de factores que penalizan el vector energético según el origen de este.

Primeramente, se calculará la cantidad de CO₂ por unidad de energía consumida por parte de la electricidad.

Para realizar este cálculo usaremos el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) del IDAE (2014).

Este documento recoge la cantidad de CO₂ producida por diferentes fuentes de energía eléctrica y diferentes comercializadoras. Se ha escogido un valor, de la electricidad convencional peninsular, de 0.357 kg CO₂/kWh.

Para el cálculo de la cantidad de CO₂ producido por la quema de los dos combustibles fósiles que se han implementado en los sistemas de climatización (gas natural y gasóleo tipo C), se extraerán de la misma fuente antes citada del IDAE (2014).

Este documento recoge que la cantidad de CO₂ producida por la quema de gas natural es de 0.204 kg CO₂/kWh y de gasóleo tipo C aumenta hasta 0.287 kg CO₂/kWh (Tabla 71).

Tabla 71. Emisiones de CO₂ por kWh de energía consumida.

Energía	Emisión de CO ₂ (kg/kWh)
Electricidad Nacional Peninsular	0.357
Gas natural calefacción	0.204
Gasóleo tipo C	0.287

Por último, para calcular la emisión de CO₂ por cada uno de estos sistemas, se procede a multiplicarlos por el consumo energético al año (Tabla 72).

$$Cantidad_{CO_2} \left(\frac{kg}{año} \right) = Emisión_{CO_2} \left(\frac{kg}{kWh} \right) \cdot Consumo \left(\frac{kWh}{año} \right)$$

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Tabla 72. Emisiones de CO₂ al año totales por cada sistema de climatización.

	Tipo	Energía	Cap _{n,C} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	C _{ef}	Emisión CO ₂ (kg/kWh)	Cantidad CO ₂ anual (kg/año)
					(kWh/año)		
SISTEMA 1 (RADIADORES + MULTI-SPLIT)							
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	1757.3	0.357	627.35
CALDERA GAS NATURAL	C	Gas natural	26.7	--	5664.2	0.204	1155.50
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	1483.3	0.357	529.54
TOTAL							2312.4
SISTEMA 2 (SUELO RADIANTE + MULTI-SPLIT)							
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	1740.1	0.357	621.21
CALDERA GASOLEO	C	Gasóleo C	22.0	--	6677.8	0.287	1916.53
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	1483.3	0.357	529.54
TOTAL							3067.28
SISTEMA 3 (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)							
BOMBA DE CALOR	C+R	Electricidad	19.8	19.1	4424.7	0.357	1579.61
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	1483.3	0.357	529.54
TOTAL							2109.15

Como se observa, si se opta por el sistema 2 con la generación de energía mediante la quema de gasóleo tipo C, se vierten a la atmósfera más de 3 toneladas al año de CO₂ puro. Estos nefastos resultados se deben a dos factores clave: el consumo de combustible propio de esta combinación (suelo radiante con caldera de gasóleo) y la emisión de CO₂ por unidad de energía de este combustible fósil.

Por debajo de este resultado, nos encontramos con los sistemas 1 y 3. Estos dos sistemas tienen unas emisiones de 2312.4 y 2109.15 kg/año respectivamente. El sistema 2 emite aproximadamente 1.4 veces más contaminantes que el sistema 3 en esta vivienda, lo que sugiere recapacitar sobre ello.

Por si fuera poco, el almacenaje del gasóleo se hace en un tanque y la distribución y reparto del gasóleo se realiza por medio de camiones, que muy probablemente, usen diésel, y o se han tenido en cuenta a la hora de realizar el cálculo, lo que aumentaría la cantidad de CO₂ emitido anualmente.

Estos resultados arrojan una realidad sobre cómo se debe de ir reduciendo la quema de combustibles fósiles para la producción de climatización en viviendas, y más, para una casa de grandes dimensiones como la de este estudio.

Por último, queda realmente visible, que el sistema 3 compuesto por la bomba de calor reversible, es una de las mejores opciones en el ámbito de consumo energético y de emisiones de gases contaminantes para implementar en viviendas de gran superficie (Figura 42).

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

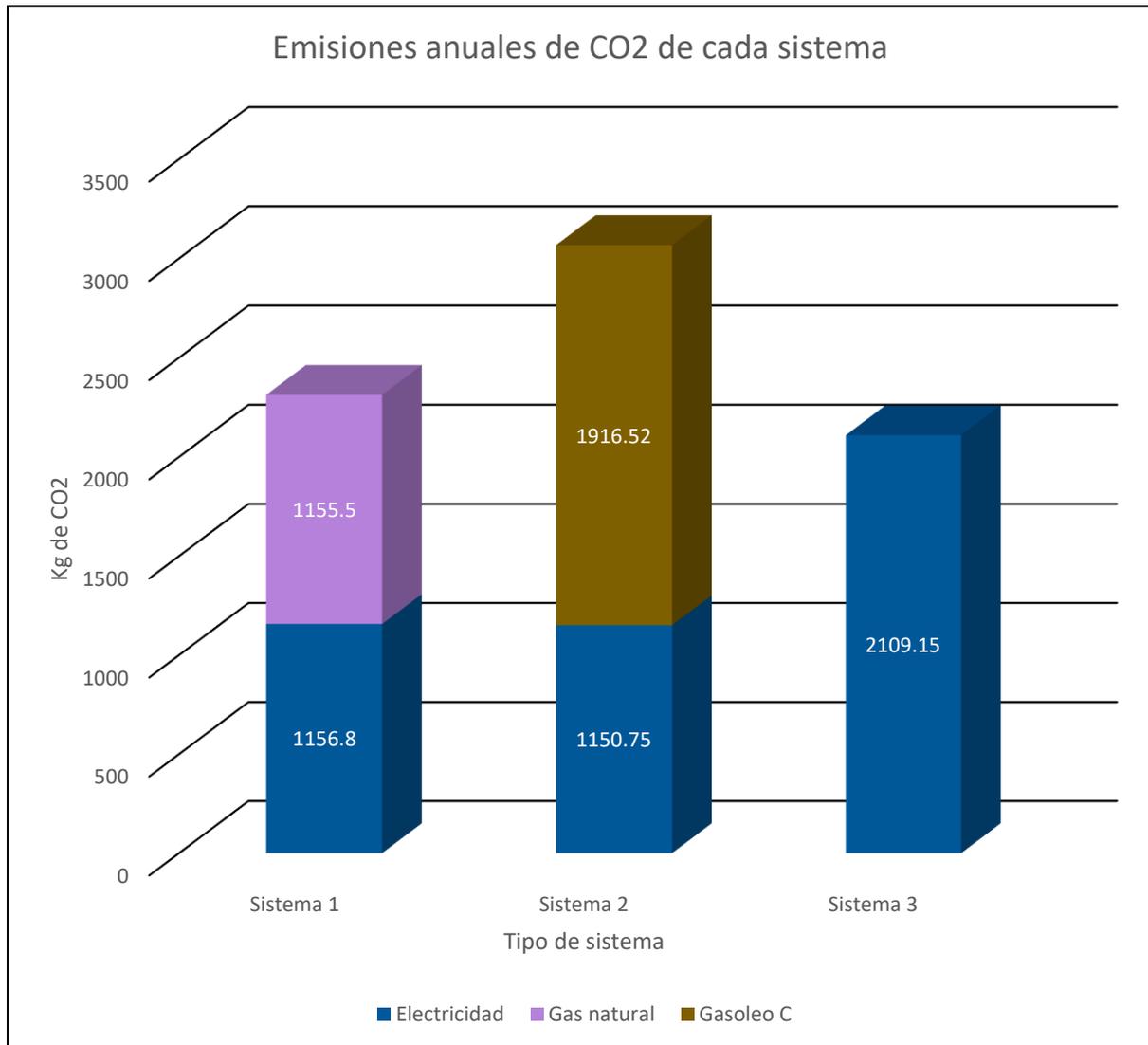


Figura 42. Emisiones de CO₂ anuales de cada sistema de climatización.

7.4 Comparación del impacto económico de los tres sistemas de climatización

El impacto económico que supone la implantación de cada uno de estos sistemas en una vivienda debe de estudiarse el coste total como la suma del coste de inversión o instalación mas el coste de funcionamiento.

Por ello, hemos descrito una ecuación que nos proporcionará una idea del impacto económico para el consumidor.

$$C_{total} = C_{inversión} + C_{funcionamiento}$$

Donde podemos describir el coste de inversión como la suma total de todos los equipos instalados y las partidas, es decir el presupuesto de ejecución del proyecto de instalación de los sistemas.

(Para más información sobre la medición y el presupuesto de los sistemas, ver Anexos 12, 13 y 14.

En el primer sistema compuesto por radiadores y un equipo *multi-split*, el precio de la instalación asciende a 33087.80 euros (Tabla 73). Por otro lado, hay que tener en cuenta que este sistema necesita una instalación de gas natural auxiliar que no se ha diseñado que puede incrementar el precio de la instalación entre un 10 y 15%.

Tabla 73. Presupuesto de ejecución material.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL SISTEMA 1		
Nº	CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1	INSTALACIONES	33.087,80
Presupuesto de ejecución material		33.087,80

En el segundo sistema compuesto por el suelo radiante y un equipo *multi-split*, el precio de la instalación asciende a 57104.65 euros (Tabla 74).

Tabla 74. Presupuesto de ejecución material.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL SISTEMA 2		
Nº	CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1	INSTALACIONES	57.104,65
Presupuesto de ejecución material		57.104,65

En el tercer sistema compuesto por la bomba de calor y *fan-coils*, el precio de la instalación asciende a 26977.49 euros (Tabla 75).

Tabla 75. Presupuesto de ejecución material.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL SISTEMA 3		
Nº	CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1	INSTALACIONES	26.977,49
Presupuesto de ejecución material		26.977,49

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Para hallar el coste de funcionamiento de cada sistema, debemos de calcular el consumo energético total de cada sistema y multiplicarlo por el precio de la energía que se consume.

- Gas natural: para el gas natural, se ha propuesto por un precio fijo de suministradora en España de 0.05 €/kWh proporcionado por la empresa Endesa S.A a diciembre de 2020 (ENDESA, 2020).
- Gasóleo: para el gasóleo, se ha propuesto un precio fijo extraído del precio por litro dividido por el poder calorífico del gasóleo de calefacción. El precio por litro del gasoil de calefacción se ha sacado de un distribuidor nacional (CLICKGASOIL SA.) a 0.60 €/L a diciembre de 2020. El poder calorífico del gasóleo se ha extraído de IDAE, 2007b. Calculando la fórmula, obtenemos un precio de 0.06 €/kWh.

$$Precio_{gasoleo} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) = \frac{Precio \left(\frac{\text{€}}{\text{L}} \right)}{Poder_{calorifico} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{L}} \right)} = \frac{0.60 \text{ €/L}}{10 \text{ kWh/L}} = 0.06 \text{ €/kWh}$$

- Electricidad: para el precio de la electricidad en España, se ha estimado un precio medio anual de 0.12 €/kWh por ENDESA S.A en el año 2019.

Para calcular el coste de funcionamiento, se introduce el consumo energético multiplicado por el precio de la energía.

$$C_{funcionamiento} \left(\frac{\text{€}}{\text{año}} \right) = C_{ef} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) \cdot Precio_{energia} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right)$$

Seguidamente, calculamos el precio total de los tres sistemas junto con el coste de inversión (Tabla 76).

Tabla 76. Presupuesto de ejecución material.

	Tipo	Energía	Cap _{n,c} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	C _{ef} (kWh/año)	P _{energía} (€/kWh)	C _{funcionamiento} (€/año)	C _{inversión} (€)
SISTEMA 1 (RADIADORES + MULTI-SPLIT)								
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	1757.3	0.12	210.90	33087
CALDERA GAS NATURAL	C	Gas natural	26.7	--	5664.2	0.05	283.20	
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	1483.3	0.12	178	
TOTAL							672.10	
SISTEMA 2 (SUELO RADIANTE + MULTI-SPLIT)								
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	1740.1	0.12	208.10	57104
CALDERA GASOLEO	C	Gasóleo C	22.0	--	6677.8	0.06	400	
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	1483.3	0.12	178	
TOTAL							786	
SISTEMA 3 (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)								
BOMBA DE CALOR	C+R	Electricidad	19.8	19.1	4424.7	0.12	531	26977
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	1483.3	0.12	178	
TOTAL							709	

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

Como se puede observar, el coste de funcionamiento a precios actuales del sistema 2 compuesto por suelo radiante y equipo *multi-split* es el mas alto con un coste de 786 €/año. Posteriormente tenemos el sistema 3 compuesto por la bomba de calor reversible con un coste de 709 €/año. Por ultimo se presenta el sistema 1 siendo el mas barato con un coste de 672.10 €/año.

Para comprender mejor la proyección del coste de cada sistema, en este trabajo se realizará un estudio partiendo del precio de la instalación y sumando el coste anual de cada sistema en un período de tiempo de 20 años (Figura 43).

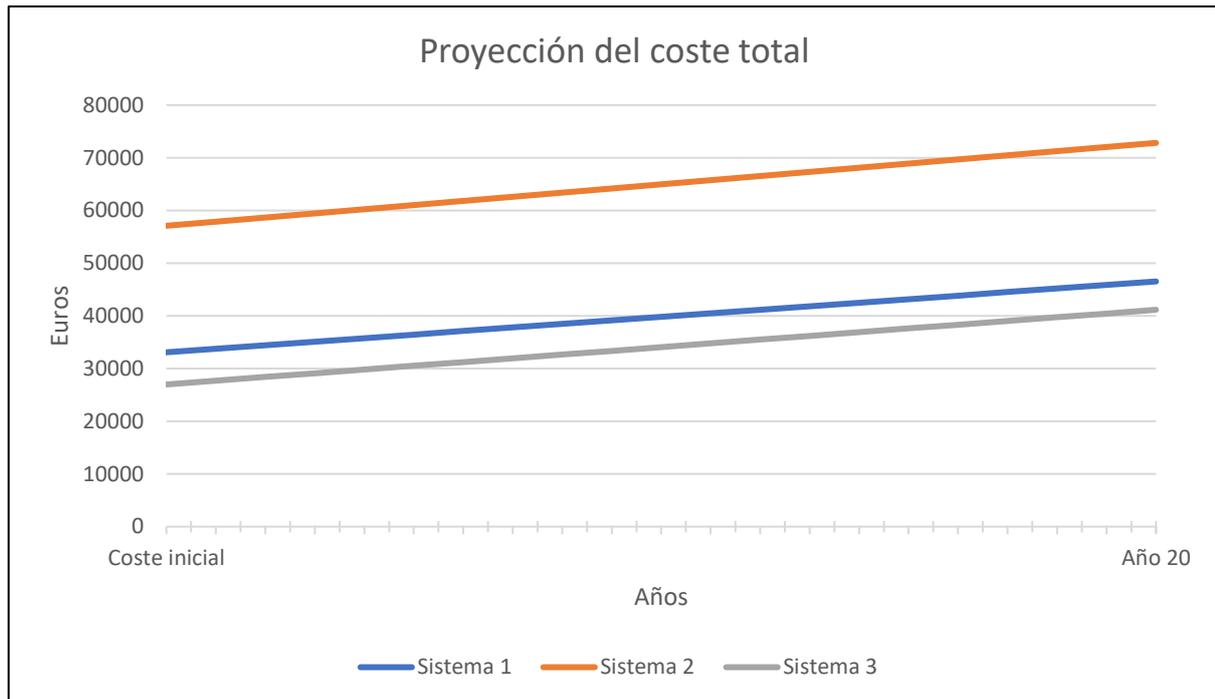


Figura 43. Proyección del coste total de los tres sistemas a lo largo de 20 años de vida útil.

Como se puede apreciar, el coste total de instalar el sistema 2, tiene un coste bastante por encima de los otros dos sistemas, llegando a sobrepasar los 70000€ al cabo de 20 años.

Respecto a los sistemas 1 y 3, la proyección del coste total es ligeramente mas baja para el sistema 3.

Esto se debe a que, aunque el precio en euros el kilovatio de la electricidad sea el doble que el del gasóleo y mas del doble que el del gas natural, el menor consumo energético de este sistema le brinda una mejor posición en lo que a impacto económico se refiere.

Para más información sobre el presupuesto y las mediciones de estos sistemas, ver Anexos 12, 13 y 14.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

8 Conclusiones

El presente trabajo técnico se ha desarrollado con el objetivo de mejorar la envolvente térmica de una vivienda de grandes dimensiones y, diseñar y calcular, tres posibles sistemas de climatización.

Un primer sistema de calefacción por caldera de gas natural y radiadores y refrigeración mediante un equipo *multi-split*, un segundo sistema de calefacción por caldera de gasóleo y suelo radiante y refrigeración mediante un equipo *multi-split*, y un tercer y último sistema de calefacción y refrigeración mediante una bomba de calor reversible aire-agua, *fancoils* y distribución por conductos.

Se han llegado a las siguientes conclusiones en el ámbito de eficiencia energética, consumo energético, impacto ambiental e impacto económico.

1. La vivienda no cumplía inicialmente los requerimientos en materia de demanda energética impuesta por la norma del CTE DB-HE 1, siendo el valor de demanda de calefacción $31.6 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$, el doble del permitido.
2. La envolvente se mejoró implementando modificaciones constructivas, principalmente con una cubierta vegetal ecológica, aumentando el espesor de aislante y modificando los puentes térmicos, reduciendo la demanda energética total en un 31.2% con respecto a los $44.26 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$ iniciales.
3. La envolvente mejorada alcanzó unos valores de demanda energética de calefacción de $14.22 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{año}^{-1}$, lo que se califica energéticamente como casa pasiva (*passive house*).
4. El sistema de aire acondicionado con bomba de calor es el mejor en materia de consumo, requiriendo 5.9 MWh cada año, un 40% menos de energía que el sistema de suelo radiante y *multi split* y un 33% menos que el sistema de radiadores y *multi split*, cumpliendo los tres sistemas con la demanda de las cargas térmicas impuestas por la norma del CTE DB-HE 2 (RITE) y con el consumo energético impuesto por la norma del CTE DB-HE 0.
5. En materia de impacto ambiental obtenemos que, el sistema de aire acondicionado con bomba de calor emite 2.1 toneladas de CO₂ cada año, un 30% menos de CO₂ que el sistema de suelo radiante y *multi split*, y un 8.7% menos que el sistema de radiadores y *multi split*.
6. En materia de impacto económico obtenemos que, la instalación y uso del sistema de aire acondicionado con bomba de calor el primer año, supone un coste de aproximadamente 27700€, un 52% menos que el coste del sistema de suelo radiante y *multi split*, y un 17.8% menos que el coste del sistema de radiadores y *multi split*. Los costes de funcionamiento están sujetos a fluctuaciones en el precio de la energía.

Como conclusión, podemos asegurar firmemente que el sistema 3 compuesto por la bomba de calor reversible con *fan-coils* y conductos es el mejor sistema en todos los ámbitos, tanto económico, como para el medio ambiente, debiendo de ser la primera opción en viviendas de grandes dimensiones.

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

9 Bibliografía

- Cabeza L. F., Chàfer M., 2020. Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review. *Energy and buildings*, 219-224. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110009>
- Calay R.K., Borresen B.A. y Holdø A.E., 2000. Selective ventilation in large enclosures. *Energy and Buildings*, 32: 281–289. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(00\)00054-2](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(00)00054-2).
- Cao G., Awbi H., Yao R., Fan Y., Sirén K., Kosonen R., Zhang J.J., 2014. A review of the performance of different ventilation and airflow distribution systems in buildings. *Building and Environment*, 73: 171-186. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.12.009>
- CLICKGASOIL SA. (2020) Análisis del precio del litro de gasoil tipo C para calefacción. <https://www.clickgasoil.com/>. (Acceso 12/12/2020)
- Croitoru C., Nastase I., Bode F., Meslem A., Dogeanu A., 2015. Thermal comfort models for indoor spaces and vehicles—Current capabilities and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44: 304-318. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.105>
- Berry S., Davidson K., 2016. Improving the economics of building energy code change: A review of the inputs and assumptions of economic models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.220>
- Dixit M.K., Fernández-Solís J.L., Lavy S. y Culp C.H., 2010. Identification of parameters for embodied energy measurement: A literature review. *Energy Building*, 42: 1238–1247. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.02.016>
- ENDESA SA. (2020), Análisis del precio de la electricidad y del gas natural. <https://comparadorluz.com/companias/endesa/tarifas> (Acceso 12/12/2020)
- Ferguson G., 1994. Building the New Zealand dream. New Zealand. Department of Internal Affairs. Historical Branch, 321-333 <https://natlib.govt.nz/records/21067510>
- François A., Laurent I., Vincent F. , Johann M., 2020. Novel in situ measurement methods of the total heat transfer coefficient on building walls. *Energy and Buildings*, volume 219, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110004>
- Georges L., Massart C., Moeseke G. V. y Herde A.D., 2012. Environmental and economic performance of heating systems for energy-efficient dwellings: Case of passive and low-energy single-family houses. *Energy Policy*, 40: 452-464. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.10.037>
- IDAE (2014). FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR DE EDIFICIOS EN ESPAÑA. Páginas 16 y 19. https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf (Acceso 5/12/2020).
- IDAE (2007b). Guía técnica sobre el procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas. Ahorro y eficiencia energética en climatización. Página 12. <https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-procedimiento-de-inspeccion-periodica-de-eficiencia-energetica-para>. (Acceso 1/12/2020)

Kassai M., 2017. Prediction of the HVAC energy demand and consumption of a single-family house with different calculation methods. *Energy Procedia*, 112: 585-594. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1121>

MF (2014). Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía Código Técnico de la Edificación DA DB-HE/3 Puentes térmicos. Ministerio de Fomento (MF). https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DA-DB-HE-3_Puentes_termicos.pdf (Acceso 1/11/2020).

Molina M.J. y Rowland F.S., 1974. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. *Nature*, 249: 810–812. <https://doi.org/10.1038/249810a0>

Nyers J., Kajtar L., Tomic S. y Nyers A., 2014. Investment-savings method for energy-economic optimization of external wall thermal insulation thickness. *Energy and Buildings*, 86: 268-274. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.023>

PE (2018a). Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo (PE) y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética (2018). *Diario Oficial de la Unión Europea*, 19/06/2018, L 156/75-91. <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/marco-legislativo-2030-el-paquete-de-invierno> (Acceso 1/11/2020).

PE (2018b). Directiva (UE) 2018/2002 del Parlamento Europeo (PE) y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 21/12/2018, L 328/210-230. <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/marco-legislativo-2030-el-paquete-de-invierno> (Acceso 1/11/2020).

Pinkse J., Dommissie M., 2009. Overcoming barriers to sustainability: an explanation of residential builders' reluctance to adopt clean technologies. *Business strategy and environment*, 515-527. <https://doi.org/10.1002/bse.615>.

Rad E.A. y Fallahi E., 2019. Optimizing the insulation thickness of external wall by a novel 3E (energy, environmental, economic) method. *Construction and Building Materials*, 205: 196-212. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.02.006>.

M.L. Rodríguez-Pertuz, J. Terés-Zubiaga, A. Campos-Celador, I. González-Pino, 2020. Feasibility of zonal space heating controls in residential buildings in temperate climates: Energy and economic potentials in Spain. *Energy and buildings*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110006>.

Vakiloroaya V., Q.P. Ha, B. Samali, 2013. Energy-efficient HVAC systems: Simulation–empirical modelling and gradient optimization. *Automation in Construction*, Volume 31, 176-185. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.12.006>.

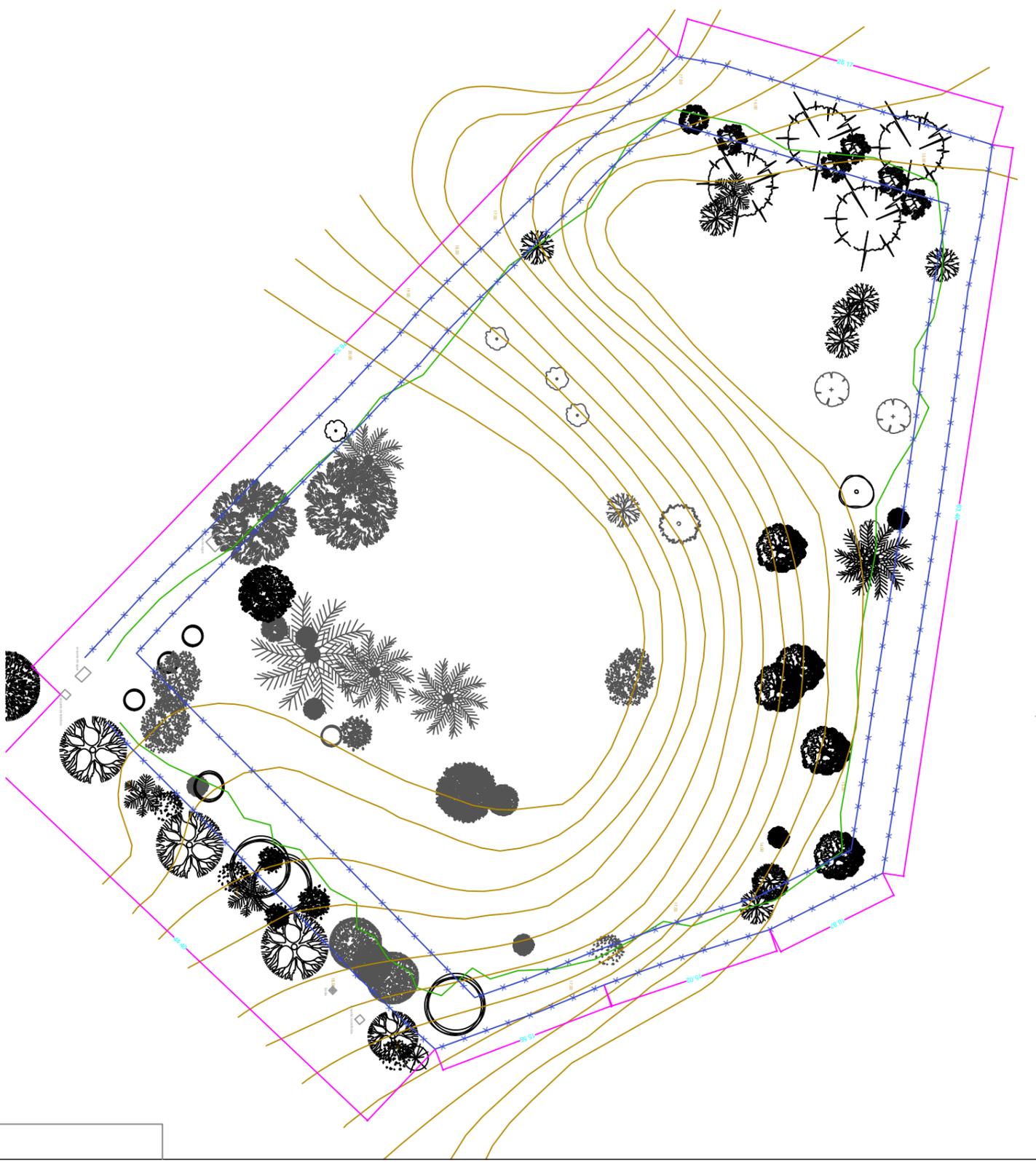
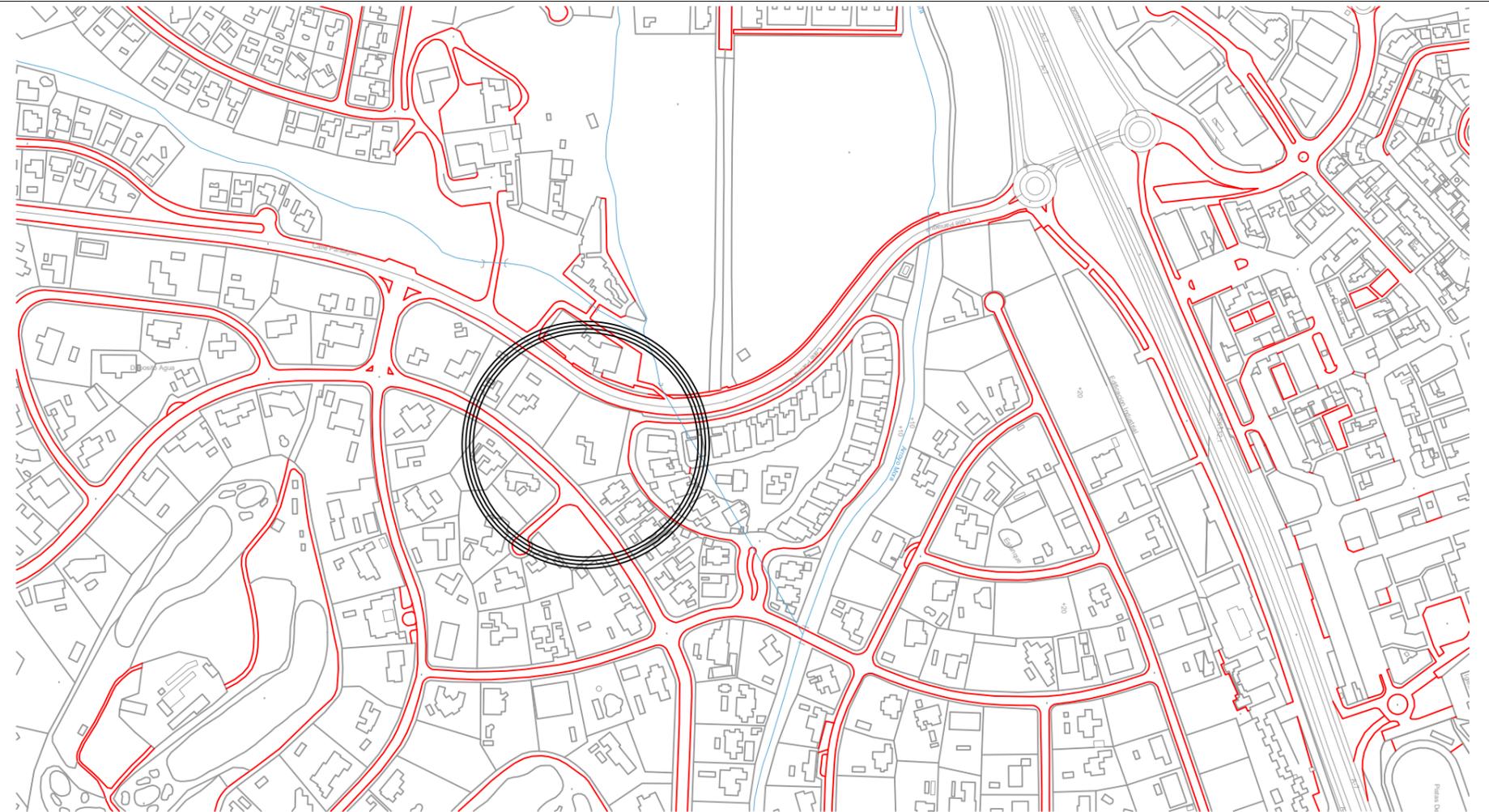
Vargo L.J., Anderson B.M., Dadić R., Horgan H.J., Mackintosh A.N., King A.D. y Lorrey A.M., 2020. Anthropogenic warming forces extreme annual glacier mass loss. *Nature Climate Change*, 10: 856–861. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0849-2>

Viggers H., Keall M., Wickens K. y Howden-Chapman P., 2017. Increased house size can cancel out the effect of improved insulation on overall heating energy requirements. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.045>

PLANOS

- P1 PLANO DEL EMPLAZAMIENTO (G01)
- P2 PLANO DE DISTRIBUCIÓN (B02)
- P3 PLANO CONSTRUCTIVO (A02)
- P4 PLANO DE ALBAÑILERÍA (A05)
- P5 PLANO DE DETALLES Y ACABADOS (D01)

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)



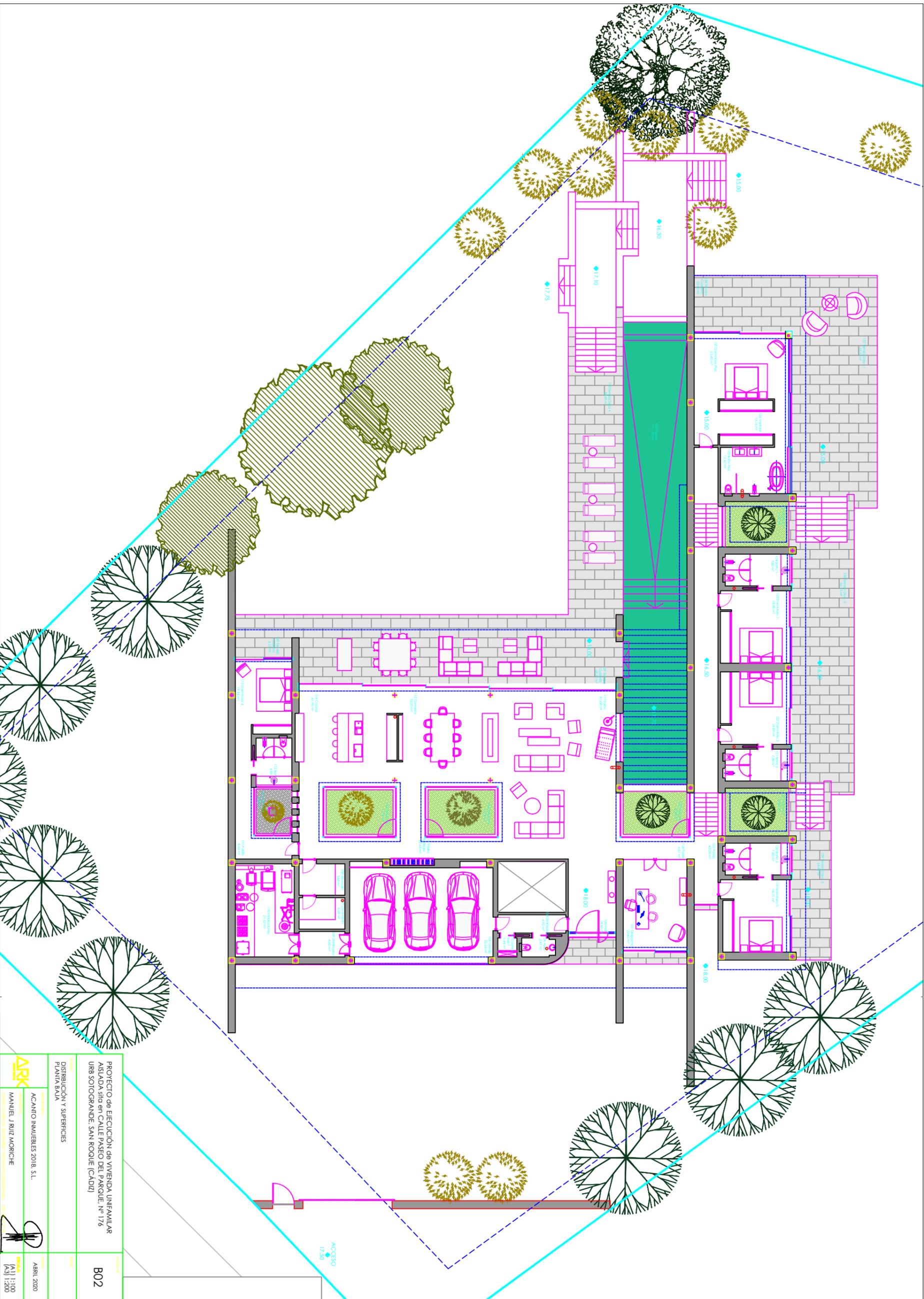
DATOS DE PARCELA

TIPOLOGÍA: VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA
 SUPERFICIE DE PARCELA: 1.225,20 M² (1328)
 EFICACIA/ABILIDAD (M²/M²): 1.347,72 M² (1328)
 OCUPACIÓN EN PLANTA: 6,50 M (P9+1)
 ALTURA MÁXIMA:

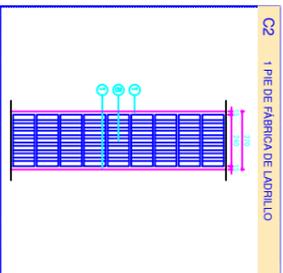
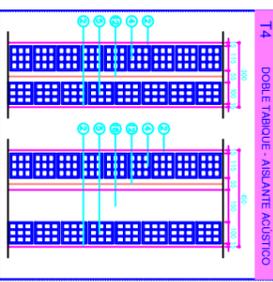
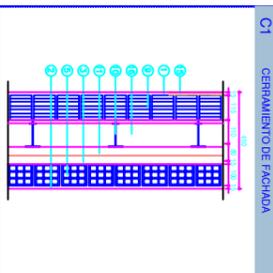
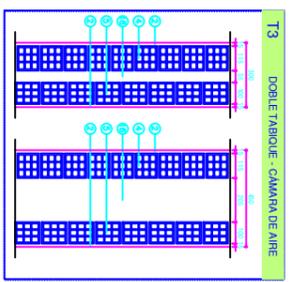
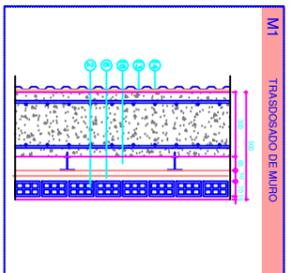
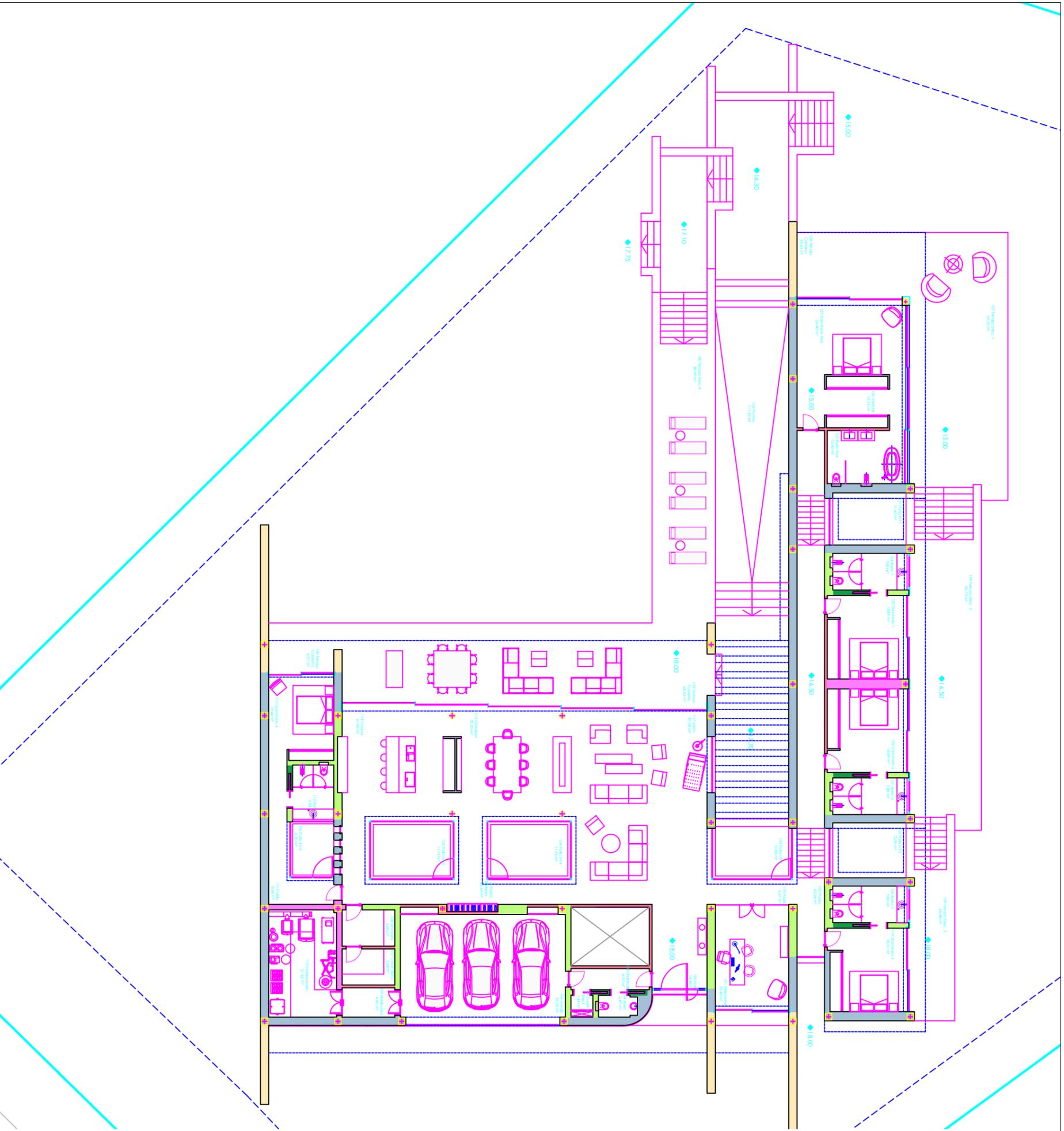
SEPARACIÓN A LINDEROS: 3 M. A LINDERO PRIVADO
 6 M. A LINDERO PÚBLICO

PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA sito en CALLE PASO DEL PARQUE, Nº 176 URB SOTOGRANDE, SAN ROQUE (CÁDIZ)	GRUPO	G01
CLIENTE	ACANTO INMUEBLES 2018, S.L.	FECHA	ABRIL 2020
PROYECTISTA	MANUEL J RUIZ MORICHE	ESCALA	(A1) 1:200 (A3) 1:400

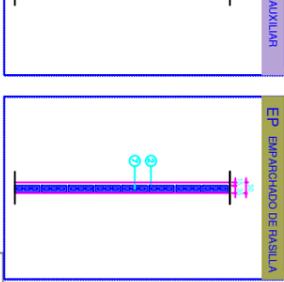
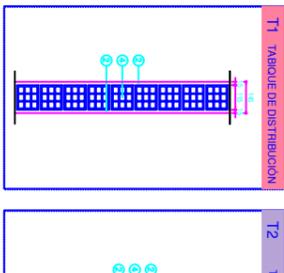




PROYECTO de EJECUCIÓN de VIVIENDA UNIFAMILIAR ASUADA sito en CALLE PASO DEL PARQUE, Nº 176 URB SOTOGRANDE, SAN ROQUE (CÁDIZ)		B02
PLAN DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES PLANTA BUN	FECHA ABRIL 2020	
PROYECTISTA ACANTO INMOBILIARES 2018, S.L. MANUEL J RUIZ MORICHE	PROYECTISTA ACANTO INMOBILIARES 2018, S.L. MANUEL J RUIZ MORICHE	ESCALA [A1] 1:100 [A3] 1:200

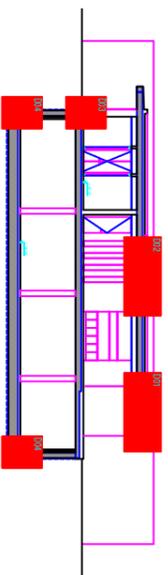
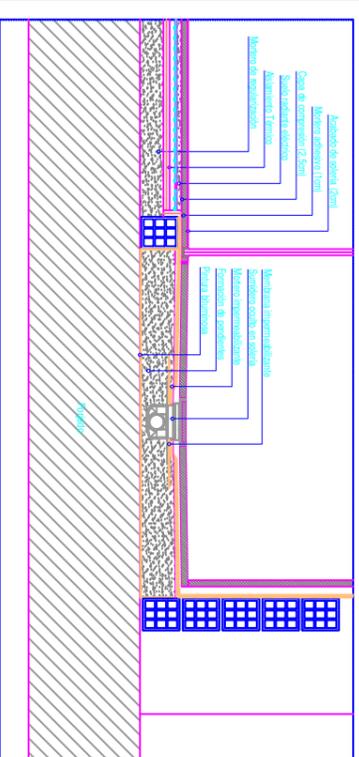
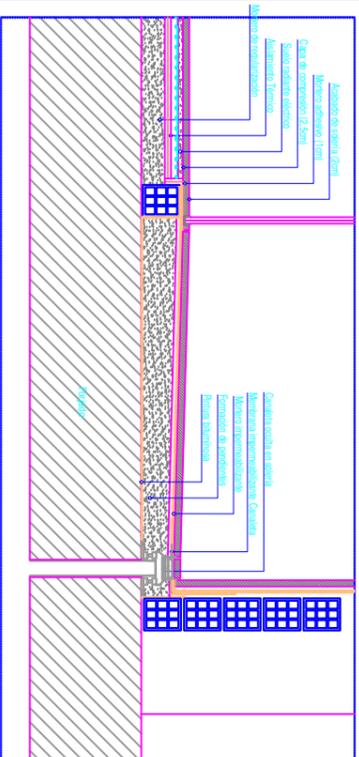
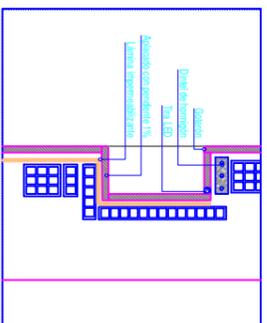


- 1) Distribución de armadura en cada planta y zapatas, a medida de las necesidades de momento y torsión, según normas.
- 2) Distribución con respecto de armadura sobre los muros.
- 3) Ladrillo cerámico hueco tipo en diámetro 11,5 cm.
- 4) Ladrillo cerámico hueco tipo en ladrillo 10 cm.
- 5) Ladrillo cerámico hueco doble en ladrillo 10 cm.
- 6) Ladrillo cerámico hueco triple en ladrillo 10 cm.
- 7) Ladrillo cerámico hueco triple en ladrillo 10 cm.
- 8) Faja de ladrillo perforado 24 cm.
- 9) 1/2" Pvc de tubería de ladrillo perforado 11,5 cm.
- 10) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 11) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 12) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 13) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 14) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 15) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 16) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 17) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 18) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 19) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.
- 20) Adosamiento ladrillo 195 x 90 mm.

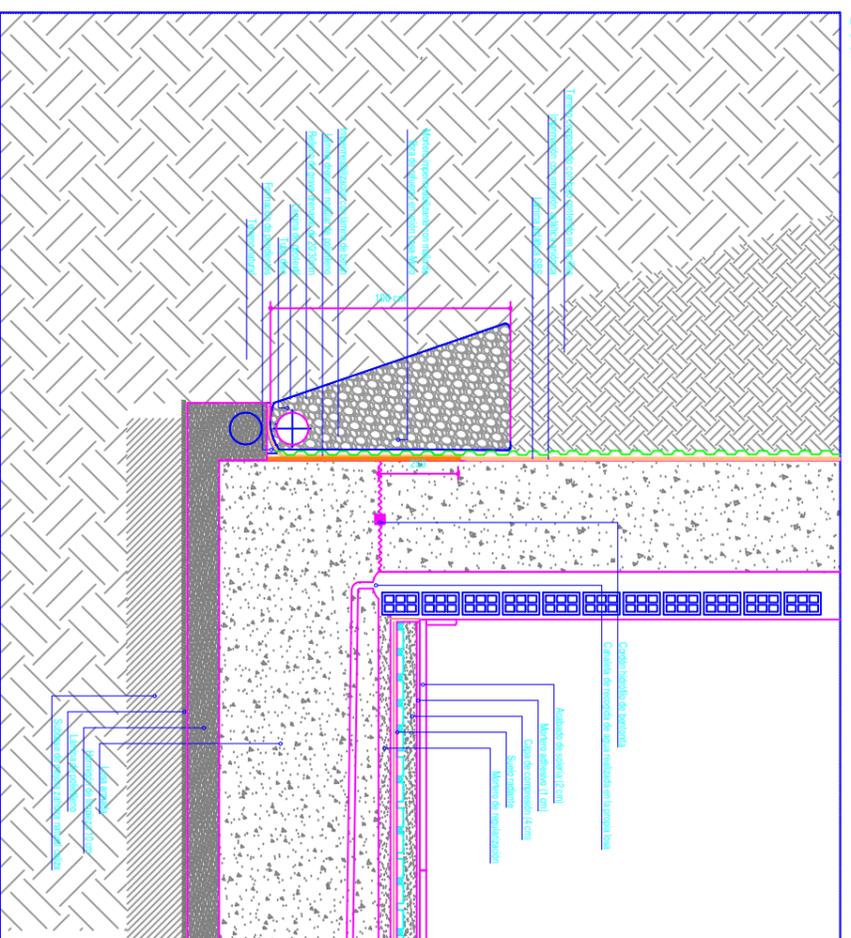
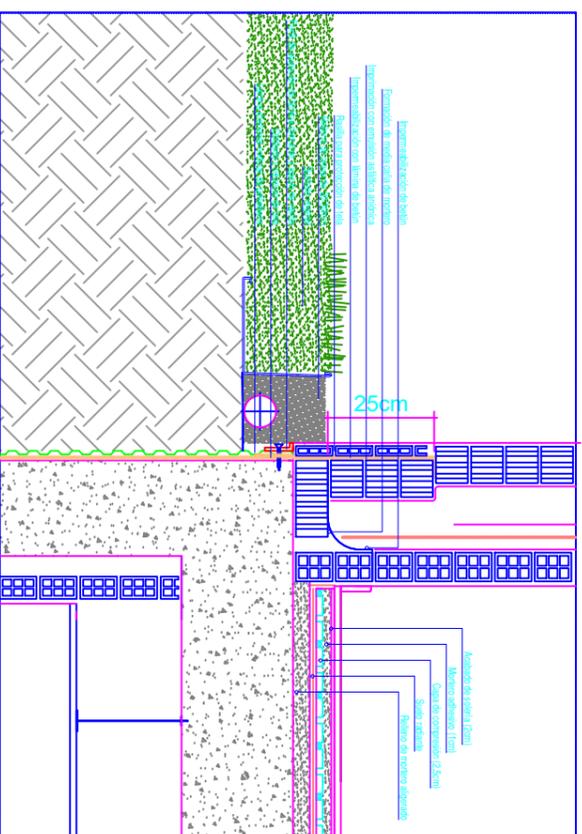


<p>PROYECTO de EJECUCIÓN de VIVIENDA UNIFAMILIAR ASUADA sito en CALLE PASEO DEL PARQUE, Nº 176 URB SOTOGRANDE, SAN ROQUE (CÁDIZ)</p>		<p>A02</p>
<p>PROYECTANTE: ALBA NIJERA PLANTA BAJA, CERRAMIENTOS Y PARTICIONES</p>	<p>PROYECTADO: ACANTO INMUEBLES 2018, S.L.</p>	<p>FECHA: ABRIL 2020</p>
<p>PROYECTANTE: MANUEL J RUIZ MORICHE</p>	<p>PROYECTADO: ACANTO INMUEBLES 2018, S.L.</p>	<p>FECHA: ABRIL 2020</p>
<p>PROYECTANTE: MANUEL J RUIZ MORICHE</p>	<p>PROYECTADO: ACANTO INMUEBLES 2018, S.L.</p>	<p>FECHA: ABRIL 2020</p>

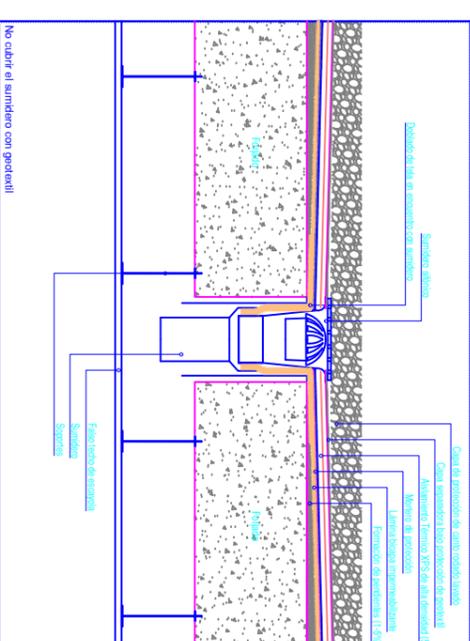
Detalles Baños



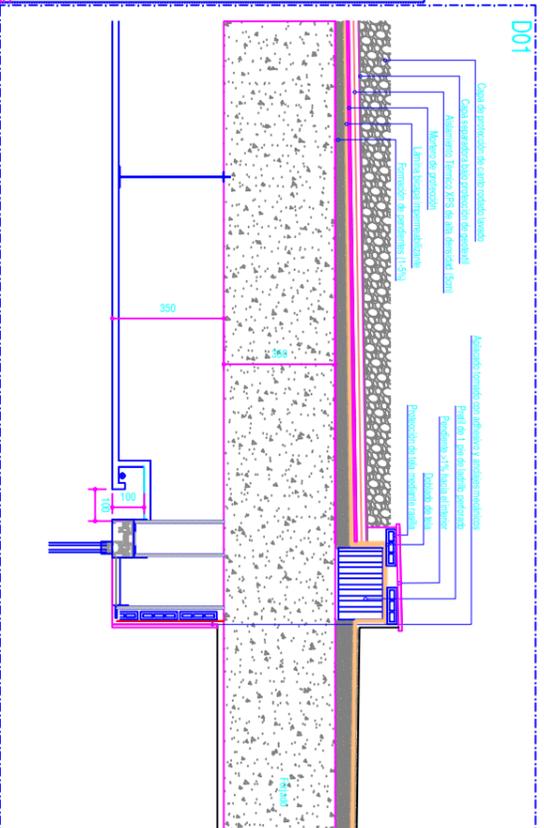
D03 Detalle encuentro de fachada con terreno



D02



D01



PROYECTO de EJECUCIÓN de VIVIENDA UNIFAMILIAR
ASÍADA sito en CALLE PASO DEL PARQUE, Nº 176
URB SOTOGRANDE, SAN ROQUE (CÁDIZ)

DE1

DETALLES
PLANTA DE CUBIERTAS, ACABADOS Y TECHOS

ACANTO INMUEBLES 2018, S.L.

MANUEL J RUIZ MORICHE

ARQ

ARQ

[A1] 1:10
[A2] 1:20

ABRIL 2020

ANEXOS

- A1 ANEXO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS
- A2 ANEXO DEL INCUMPLIMIENTO DB-HE1 DEL 2013
- A3 ANEXO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MEJORADOS
- A4 ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE1 DEL 2013
- A5 ANEXO DE CARGAS TÉRMICAS COMPLETAS
- A6 ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE2 (RADIADORES Y MULTI SPLIT)
- A7 ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE2 (SUELO RADIANTE Y MULTI SPLIT)
- A8 ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE2 (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)
- A9 ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE0 (RADIADORES Y MULTI SPLIT)
- A10 ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE0 (SUELO RADIANTE Y MULTI SPLIT)
- A11 ANEXO DEL CUMPLIMIENTO DB-HE0 (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)
- A12 ANEXO MEDICIONES Y PRESUPUESTO (RADIADORES Y MULTI SPLIT)
- A13 ANEXO MEDICIONES Y PRESUPUESTO (SUELO RADIANTE Y MULTI SPLIT)
- A14 ANEXO MEDICIONES Y PRESUPUESTO (BOMBA DE CALOR REVERSIBLE)

Dimensionado del aislamiento y diseño de los sistemas de climatización de una vivienda unifamiliar de lujo situada en Sotogrande (San Roque, Cádiz)

ANEXOS

1 Anexo de elementos constructivos

ÍNDICE

1.- SISTEMA ENVOLVENTE	2
1.1.- Suelos en contacto con el terreno	2
1.1.1.- Soleras	2
1.2.- Fachadas	3
1.2.1.- Parte ciega de las fachadas	3
1.2.2.- Huecos en fachada	4
1.3.- Cubiertas	14
1.3.1.- Parte maciza de las azoteas	14
2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN	17
2.1.- Compartimentación interior vertical	17
2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical	17
2.1.2.- Huecos verticales interiores	22
2.2.- Compartimentación interior horizontal	23
3.- MATERIALES	25

1.- SISTEMA ENVOLVENTE

1.1.- Suelos en contacto con el terreno

1.1.1.- Soleras

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

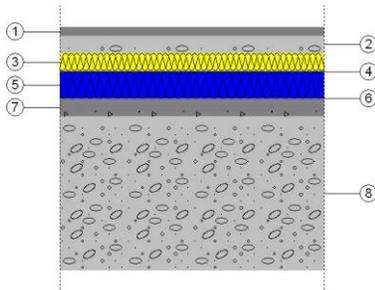
Superficie total
199.77 m²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige, 40x40x2 cm, acabado anticato, 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, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Solera de hormigón armado de 30 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 sobre separadores homologados, con: AISLAMIENTO HORIZONTAL: aislamiento térmico horizontal formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 1,8 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; AISLAMIENTO PERIMETRAL: aislamiento térmico vertical formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
5 - Poliestireno extruido	6 cm
6 - Film de polietileno	0.02 cm
7 - Densidad media (densidad 1800)	4 cm
8 - Solera de hormigón armado	35 cm
Espesor total:	55.22 cm

Limitación de demanda energética U_s : 0.16 kcal/(h·m²°C)

(Para una solera apoyada, con longitud característica $B^l = 8.6$ m)

Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: 1.37 m²·h·°C/kcal)

Detalle de cálculo (U_s)

Superficie del forjado, A: 438.64 m²

Perímetro del forjado, P: 102.07 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 3.64 m²·h·°C/kcal

Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R_f: 1.37 m²·h·°C/kcal

Espesor del aislamiento perimetral, dn: 4.00 cm

Tipo de terreno: Arena semidensa

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1084.86 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 947.18 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_{tr}): 71.1(-1; -7) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 59.8 dB

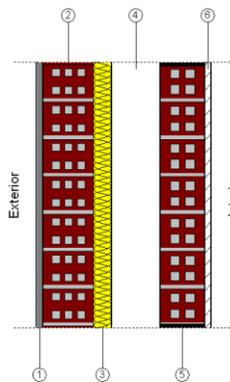
Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, $\Delta L_{D,w}$: 33 dB

1.2.- Fachadas

1.2.1.- Parte ciega de las fachadas

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire Superficie total 236.72 m²

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: revestimiento con mortero monocapa, acabado con árido proyectado, color blanco, espesor 15 mm, aplicado manualmente; HOJA PRINCIPAL: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor; HOJA INTERIOR: hoja de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista, y acabado de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6; ACABADO INTERIOR: Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.



Listado de capas:

1 - Mortero monocapa	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	11 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica	---
Espesor total:	39.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.42 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 237.15 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 235.55 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 46.3(-1; -4) dB

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

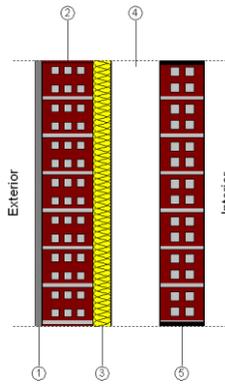
Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 3

Condiciones que cumple: R1+B1+C1+J2

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire Superficie total 156.42 m²

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: revestimiento con mortero monocapa, acabado con árido proyectado, color blanco, espesor 15 mm, aplicado manualmente; HOJA PRINCIPAL: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor; HOJA INTERIOR: hoja de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; ACABADO INTERIOR: Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.



Listado de capas:

1 - Mortero monocapa	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	11 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10 cm
6 - Pintura plástica	---
Espesor total:	38 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.43 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 219.90 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 218.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 46.3(-1; -4) dB

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

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 3

Condiciones que cumple: R1+B1+C1+J2

1.2.2.- Huecos en fachada

Puerta de aluminio, corredera simple, de 340x275 cm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 340x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilaría provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_v : 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.16

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_c : 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: **324 x 275 cm** (ancho x alto)

nº uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.60	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.14	
Caracterización acústica	$R_w(C; C_{tr})$	27 (-3; -2)	dB

Dimensiones: 340 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.60	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.14	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Notas:

- U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))*
- F: Factor solar del hueco*
- F_H: Factor solar modificado*
- R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

Puerta corredera simple "CORTIZO", de 300x275 cm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta corredera simple "CORTIZO", de 300x275 cm, sistema 4500 (elevable) Canal Europeo, "CORTIZO", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U _v : 1.20 kcal/(h·m ² °C) Factor solar, F: 0.16
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U _c : 3.44 kcal/(h·m ² °C) Tipo de apertura: Deslizante Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3 Absortividad, α _s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 294.4 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.51	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.15	
	F _H	0.15	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: 300 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.51	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.15	
	F _H	0.15	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: **263.6 x 275 cm** (ancho x alto) n° uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.51	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.15	
	F _H	0.10	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 240x275 cm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 240x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_v: 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.16

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_c: 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2

Absortividad, α_s: 0.4 (color claro)

Dimensiones: **231.6 x 275 cm** (ancho x alto) n° uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.70	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.14	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: **230.2 x 275 cm** (ancho x alto) n° uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.70	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.14	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: **228.2 x 275 cm** (ancho x alto) n° uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.70	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.11	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: **227.5 x 275 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.70	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.14	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: **230.3 x 275 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.70	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.11	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: **233.3 x 275 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.70	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.11	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 340x275 cm - Hi finity motorizada

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 340x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilaría provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_v: 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.16

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_c: 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2
Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 340 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.60	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.10	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 200x275 cm - REYNAERS CS 77

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 200x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templá.Lite Azur.Lite color azul.

Características del vidrio Transmisión térmica, U_v: 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.39

Características de la carpintería Transmisión térmica, U_c: 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 200 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.77	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.31	
	F _H	0.25	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-1;-1)	dB

Dimensiones: 200 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.77	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.31	
	F _H	0.31	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-1;-1)	dB

Dimensiones: 251.3 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.20	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.39	
	F _H	0.35	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 289.9 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.20	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.39	
	F _H	0.32	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 309.5 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.20	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.39	
	F _H	0.39	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 269 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.20	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.39	
	F _H	0.35	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 121.1 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.20	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.39	
	F _H	0.39	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	34 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 288.9 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.20	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.39	
	F _H	0.35	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	32 (-1;-3)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 240x275 cm - REYNAERS CS 77

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 240x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templá.Lite Azur.Lite color azul.

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_v: 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.39

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_c: 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2

Absortividad, α_s: 0.4 (color claro)

Dimensiones: **240 x 275 cm** (ancho x alto)

nº uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.70	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.32	
	F _H	0.29	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	26 (-1;-1)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 200x275 cm - REYNAERS SL-38 (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 200x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templá.Lite Azur.Lite color azul.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_v: 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.39

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_c: 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2

Absortividad, α_s: 0.4 (color claro)

Dimensiones: 197.4 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.77	kcal/(h·m²°C)
Soleamiento	F	0.31	
	F _H	0.31	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-1;-1)	dB

Dimensiones: 200 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.77	kcal/(h·m²°C)
Soleamiento	F	0.31	
	F _H	0.31	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-1;-1)	dB

Dimensiones: 192.9 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.77	kcal/(h·m²°C)
Soleamiento	F	0.31	
	F _H	0.28	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-1;-1)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 400x275 cm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 400x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_v: 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.16

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_c: 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2

Absortividad, α_s: 0.4 (color claro)

Dimensiones: 400 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U	1.56	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.11	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: 311.7 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.56	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.12	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: 88.2 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.56	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.09	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	30 (-3;-2)	dB

Dimensiones: 400 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.56	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.14	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Dimensiones: 389.2 x 275 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U	1.56	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.14	
	F _H	0.11	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	27 (-3;-2)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 400x275 cm - REYNAERS CS 77

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 400x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templá.Lite Azur.Lite color azul.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_V : 1.20 kcal/(h·m ² °C)
	Factor solar, F: 0.39
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_C : 3.44 kcal/(h·m ² °C)
	Tipo de apertura: Deslizante
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2
	Absortividad, α_S : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 400 x 275 cm (ancho x alto)	nº uds: 4		
Transmisión térmica	U	1.56	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.34	
	F _H	0.34	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	26 (-1;-1)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

F: Factor solar del hueco

F_H: Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta corredera simple "CORTIZO", de 300x275 cm - REYNAERS CS 77

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta corredera simple "CORTIZO", de 300x275 cm, sistema 4500 (elevable) Canal Europeo, "CORTIZO", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templá.Lite Azur.Lite color azul.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_V : 1.20 kcal/(h·m ² °C)
	Factor solar, F: 0.39
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_C : 3.44 kcal/(h·m ² °C)
	Tipo de apertura: Deslizante
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3
	Absortividad, α_S : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 299.9 x 275 cm (ancho x alto)	nº uds: 4		
Transmisión térmica	U	1.51	kcal/(h·m ² °C)
Soleamiento	F	0.34	
	F _H	0.31	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	26 (-1;-1)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))
F: Factor solar del hueco
F_H: Factor solar modificado
R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Puerta de aluminio, corredera simple, de 200x275 cm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 200x275 cm, formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto térmico incorporado (monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocantes.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_v: 1.20 kcal/(h·m²°C)

Factor solar, F: 0.16

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_c: 3.44 kcal/(h·m²°C)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 2

Absortividad, α_s: 0.4 (color claro)

Dimensiones: 200 x 275 cm (ancho x alto)				nº uds: 2
Transmisión térmica	U	1.77	kcal/(h·m ² °C)	
Soleamiento	F	0.14		
	F _H	0.14		
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	28 (-3;-2)	dB	

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))
F: Factor solar del hueco
F_H: Factor solar modificado
R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

1.3.- Cubiertas

1.3.1.- Parte maciza de las azoteas

Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado, suspendido con estructura metálica - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza para azotea)

Superficie total
401.31 m²

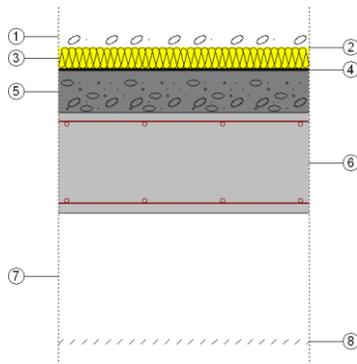
REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable, de 50 mm de espesor; impermeabilización bicapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FV (50) y lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FP (140), sin coincidir sus juntas; capa separadora bajo protección: geotextil de fibras de poliéster; capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3-/E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado de losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo, situado a una altura menor de 4 m, liso suspendido con estructura metálica (12,5+27+27), formado por una placa de yeso laminado AD; ACABADO SUPERFICIAL: pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.



Listado de capas:

1 - Roca natural, cristalina	5 cm
2 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
3 - Lana mineral soldable	5 cm
4 - Impermeabilización asfáltica bicapa adherida	0.55 cm
5 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
6 - Losa maciza 24 cm	24 cm
7 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
8 - Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.25 cm
9 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---
Espesor total:	75.88 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.36 kcal/(h·m²°C)

U_c calefacción: 0.37 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 818.56 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 666.05 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 65.6(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado, HIDROFUGO - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza para azotea)

Superficie total
137.00 m²

REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable, de 50 mm de espesor; impermeabilización bicapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FV (50) y lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FP (140), sin coincidir sus juntas; capa separadora bajo protección: geotextil de fibras de poliéster; capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3-/E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado de losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo, situado a una altura menor de 4 m, liso suspendido con estructura metálica (15+27), con resistencia al fuego EI 120, formado por una placa de yeso laminado; ACABADO SUPERFICIAL: pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.

Listado de capas:		
①	1 - Roca natural, cristalina	5 cm
②	2 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
③	3 - Lana mineral soldable	5 cm
④	4 - Impermeabilización asfáltica bicapa adherida	0.55 cm
⑤	5 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
⑥	6 - Losa maciza 24 cm	24 cm
⑦	7 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
⑧	8 - Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.5 cm
⑨	9 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---
Espesor total:		76.13 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.36 kcal/(h·m²°C)

U_c calefacción: 0.37 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 820.63 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 666.05 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 65.6(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

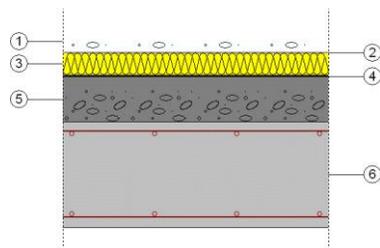
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza para azotea)

Superficie total
109.00 m²

REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable, de 50 mm de espesor; impermeabilización bicapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FV (50) y lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30/FP (140), sin coincidir sus juntas; capa separadora bajo protección: geotextil de fibras de poliéster; capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3-/E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado de losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.



Listado de capas:

1 - Roca natural, cristalina	5 cm
2 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
3 - Lana mineral soldable	5 cm
4 - Impermeabilización asfáltica bicapa adherida	0.55 cm
5 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
6 - Losa maciza 24 cm	24 cm
Espesor total:	44.63 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.40 kcal/(h·m²°C)

U_c calefacción: 0.41 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 808.25 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 666.05 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 65.6(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

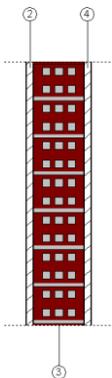
2.1.- Compartimentación interior vertical

2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical

Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN

Superficie total 164.93 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
4 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
5 - Pintura plástica	---
Espesor total:	14.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.52 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 140.30 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.0(-1; -2) dB

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

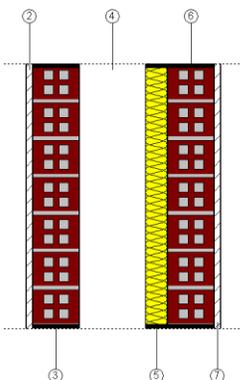
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO

Superficie total 12.74 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm
5 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
8 - Pintura plástica	---
Espesor total:	44 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.35 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 231.20 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 227.70 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.1(-1; -5) dB

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

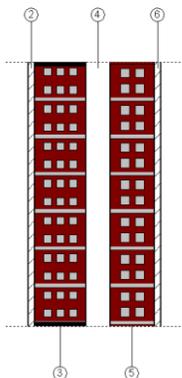
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino

Superficie total 79.33 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Filtro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	5.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica	---
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.88 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 233.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

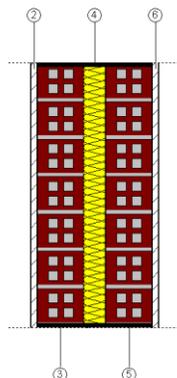
Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

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

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino Superficie total 25.86 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
4 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica	---
Espesor total:	29 cm

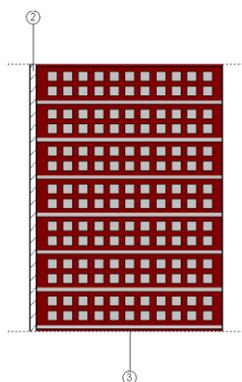
Limitación de demanda energética U_m : 0.38 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido Masa superficial: 231.20 kg/m²
 Masa superficial del elemento base: 227.70 kg/m²
 Apoyada en bandas elásticas (B)
 Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.1(-1; -5) dB
 Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de una hoja, para revestir PIE DE FABRICA Superficie total 0.62 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	42 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	43.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.69 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido Masa superficial: 407.85 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.4(-1; -2) dB

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

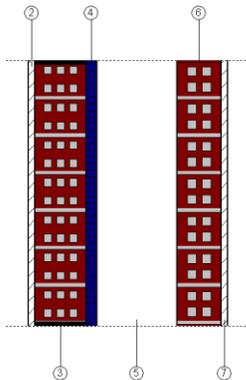
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE

Superficie total 77.34 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Filtro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
4 - Yeso (densidad 900)	2.5 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
8 - Pintura plástica	---
Espesor total:	45 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.81 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 255.80 kg/m²

Apoiada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

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

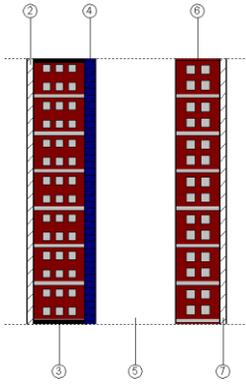
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE

Superficie total 0.62 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Filtro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
4 - Yeso (densidad 900)	2.5 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
Espesor total:	45 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.81 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 255.80 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

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

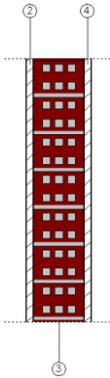
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN

Superficie total 9.79 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
4 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
Espesor total:	14.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.52 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 140.30 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.0(-1; -2) dB

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

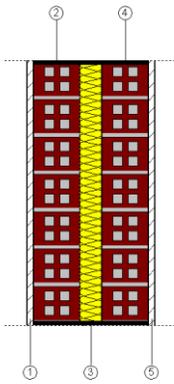
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino

Superficie total 3.67 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
3 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
6 - Pintura plástica	---
Espesor total:	29 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.38 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 231.20 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 227.70 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.1(-1; -5) dB

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

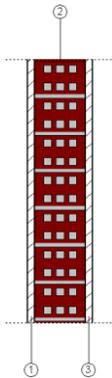
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN

Superficie total 4.90 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
3 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	14.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.52 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 140.30 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.0(-1; -2) dB

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

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

2.1.2.- Huecos verticales interiores

Puerta de paso interior, de madera

Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, lisa de tablero hueco; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 82.5 x 203 cm	nº uds: 8
	Ancho x Alto: 81.8 x 203 cm	nº uds: 2
	Ancho x Alto: 81.1 x 203 cm	nº uds: 3
	Ancho x Alto: 81.7 x 203 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.41 kcal/(h·m ² °C)	
	Absortividad, α_S : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

REYNAERS CS 77

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templa.Lite Azur.Lite color azul.

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_V : 1.20 kcal/(h·m²°C)

Dimensiones: **376.8 x 295 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U	1.20	kcal/(h·m ² °C)
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	32 (-1;-3)	dB

Notas:

U: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/(h·m²°C))

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

2.2.- Compartimentación interior horizontal

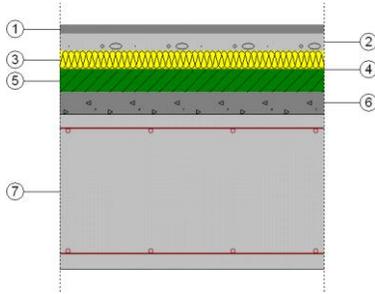
Losa maciza - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de piedra natural sobre una superficie plana, con adhesivo Superficie total 239.39 m²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige, 40x40x2 cm, acabado anticato, 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, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado de losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
5 - Arena y grava (densidad 1700)	5 cm
6 - Densidad media (densidad 1800)	5 cm
7 - Losa maciza 35 cm	35 cm
Espesor total:	55.2 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.54 kcal/(h·m²°C)

U_c calefacción: 0.50 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1185.40 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1053.80 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 72.8(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 58.3 dB

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, $\Delta L_{D,w}$: 33 dB

Losa maciza - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo

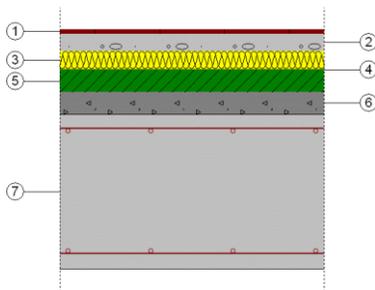
Superficie total
85.91 m²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres rústico, 2/0/-/-, de 25x25 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: BASE AUTONIVELANTE: capa fina de pasta niveladora de suelos, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado de losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 24 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres rústico	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
5 - Arena y grava (densidad 1700)	5 cm
6 - Densidad media (densidad 1800)	5 cm
7 - Losa maciza 35 cm	35 cm
Espesor total:	54.2 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.54 kcal/(h·m²°C)

U_c calefacción: 0.50 kcal/(h·m²°C)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1156.40 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1053.80 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 72.8(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 58.3 dB

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, $\Delta L_{D,w}$: 33 dB

3.- MATERIALES

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
Arena y grava (densidad 1700)	5	1700	1.72	0.0291	217.35	50
Base de mortero autonivelante de cemento	4	1900	1.118	0.0358	238.846	10
Densidad media (densidad 1800)	4	1800	0.989	0.0404	238.846	60
Densidad media (densidad 1800)	5	1800	0.989	0.0506	238.846	60
Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.25	825	0.215	0.0581	238.846	4
Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.5	825	0.215	0.0698	238.846	4
Film de polietileno	0.02	920	0.284	0.0007	525.461	100000
Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10	600	0.163	0.612	238.846	4
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10	930	0.376	0.2658	238.846	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10.5	920	0.393	0.2674	238.846	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5	920	0.393	0.2929	238.846	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	42	930	0.376	1.1163	238.846	10
Geotextil de poliéster	0.08	250	0.033	0.0245	238.846	1
Guarnecido y enlucido de yeso	1.5	1150	0.49	0.0306	238.846	6
Impermeabilización asfáltica bicapa adherida	0.55	1100	0.198	0.0278	238.846	50000
Lana mineral	4	40	0.03	1.3289	200.631	1
Lana mineral	4	40	0.03	1.3289	238.846	1
Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL"	5	70	0.029	1.71	200.631	1
Lana mineral soldable	5	40	0.034	1.4908	238.846	1
Losa maciza 24 cm	24	2500	2.15	0.1116	238.846	80
Losa maciza 35 cm	35	2500	2.15	0.1628	238.846	80
Mortero autonivelante de cemento	0.2	1900	1.118	0.0018	238.846	10
Mortero monocapa	1.5	1300	0.602	0.0249	238.846	10
Poliestireno extruido	6	38	0.029	2.052	238.846	100
Roca natural, cristalina	5	2800	3.009	0.0166	238.846	10000
Solado de baldosas cerámicas de gres rústico	1	2500	1.978	0.0051	238.846	30
Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2	2700	3.009	0.0066	238.846	10000
Solera de hormigón armado	35	2500	1.978	0.1769	238.846	80
Yeso (densidad 900)	2.5	900	0.258	0.0969	238.846	4
Abreviaturas utilizadas						
e	Espesor (cm)			RT	Resistencia térmica ($m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / kcal$)	
ρ	Densidad (kg/m^3)			Cp	Calor específico ($cal/kg \cdot ^\circ C$)	
λ	Conductividad térmica ($kcal/(h m^\circ C)$)			μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua ()	

2 Anexo del incumplimiento DB-HE1 del 2013

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.	2
1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.	2
1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.	2
1.3.- Resultados mensuales.	2
1.3.1.- Balance energético anual del edificio.	2
1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.	4
1.3.3.- Evolución de la temperatura.	5
1.3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.	6
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	7
2.1.- Zonificación climática.	7
2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.	8
2.2.1.- Agrupaciones de recintos.	8
2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.	9
2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.	9
2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.	9
2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.	13
2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.	14
2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.	15

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.

1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.

$$D_{cal,edificio} = 31.60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$

donde:

$D_{cal,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

$D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$D_{cal,base}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m²·año).

$F_{cal,sup}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.

S : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 438.52 m².

$$D_{ref,edificio} = 12.66 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{ref,lim} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$

donde:

$D_{ref,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

$D_{ref,lim}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/(m ² ·a))	$D_{cal,base}$ (kWh/(m ² ·año))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ (kWh/(m ² ·año))	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/(m ² ·a))	$D_{ref,lim}$ (kWh/(m ² ·año))
Vivienda unifamiliar	438.52	13856.6	31.6	15	0	15.0	5551.4	12.7	15.0
	438.52	13856.6	31.6	15	0	15.0	5551.4	12.7	15.0

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

$D_{cal,base}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m²·año).

$F_{cal,sup}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.

$D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

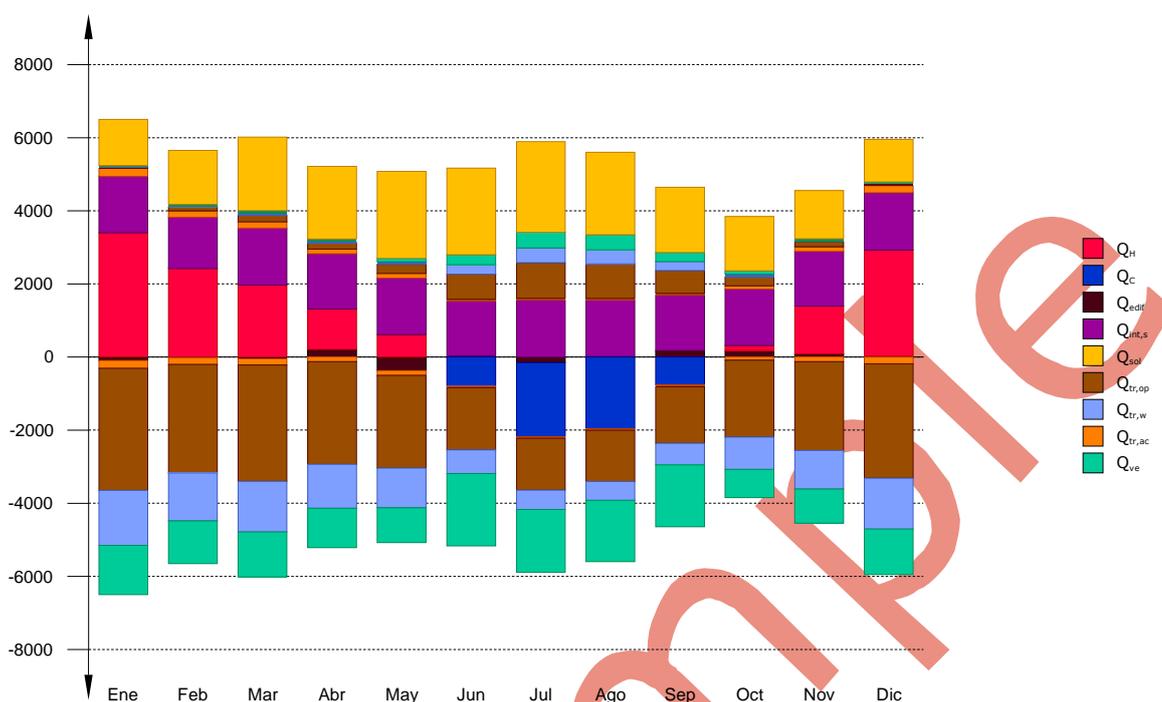
$D_{ref,lim}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

1.3.- Resultados mensuales.

1.3.1.- Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$, respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{tr,ac}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

Energía (kWh/mes)



Por una decisión de CYPE

En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m ² ·a))	
Balance energético anual del edificio.														
$Q_{tr,op}$	52.3	110.1	186.2	168.2	249.9	685.8	973.5	940.8	630.1	247.5	132.9	69.9	-24110.2	-55.0
$Q_{tr,w}$	-3336.7	-2967.4	-3182.4	-2810.3	-2538.2	-1698.5	-1419.7	-1400.1	-1545.1	-2105.1	-2431.0	-3122.9	-10500.1	-23.9
$Q_{tr,ac}$	3.9	20.5	47.5	42.7	64.9	260.9	401.2	390.2	242.9	74.6	33.5	10.6		
Q_{ve}	-1504.5	-1309.1	-1385.3	-1202.1	-1080.4	-646.9	-527.6	-517.2	-590.3	-880.3	-1054.0	-1395.8	-13935.3	-31.8
Q_{edif}	213.9	173.3	172.7	126.7	130.9	43.0	49.8	46.3	45.1	86.6	127.4	189.4		
$Q_{int,s}$	-213.9	-173.3	-172.7	-126.7	-130.9	-43.0	-49.8	-46.3	-45.1	-86.6	-127.4	-189.4		
Q_{sol}	25.8	46.6	72.3	64.2	94.4	269.2	433.0	410.9	247.8	89.3	52.5	31.1	18293.6	41.7
Q_{H}	-1342.5	-1168.3	-1226.4	-1073.1	-954.4	-1976.3	-1717.3	-1675.1	-1691.7	-768.6	-934.7	-1243.8		
Q_{C}	1561.9	1418.0	1571.3	1523.3	1561.9	1523.3	1571.3	1561.9	1532.7	1561.9	1513.9	1580.7		
$Q_{tr,ac}$	-15.9	-14.4	-16.0	-15.5	-15.9	-15.5	-16.0	-15.9	-15.6	-15.9	-15.4	-16.1		
Q_{ve}	1284.0	1504.1	2050.6	2026.0	2424.1	2413.8	2522.8	2296.2	1820.2	1513.4	1336.9	1183.7	21946.7	50.0
Q_{edif}	-25.0	-29.1	-39.6	-38.7	-46.2	-46.0	-48.0	-43.7	-34.7	-28.9	-25.9	-23.0		
$Q_{tr,op}$	-98.3	-32.9	-46.5	203.1	-370.5	30.8	-152.0	11.2	174.3	176.6	81.3	22.8		
Q_{H}	3394.9	2422.0	1968.3	1112.1	610.5	--	--	--	--	135.8	1310.0	2903.0	13856.6	31.6
Q_{C}	--	--	--	--	--	-800.5	-2021.3	-1959.1	-770.5	--	--	--	-5551.4	-12.7
Q_{HC}	3394.9	2422.0	1968.3	1112.1	610.5	800.5	2021.3	1959.1	770.5	135.8	1310.0	2903.0	19408.0	44.3

donde:

$Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).

Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).

$Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).

Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).

Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m²·año).

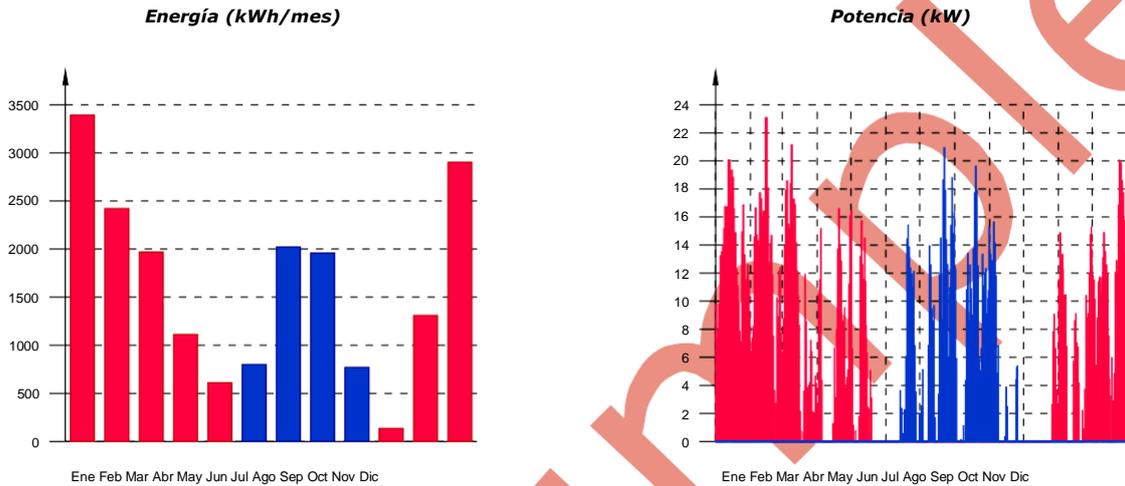
Q_{H} : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).

Q_{C} : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

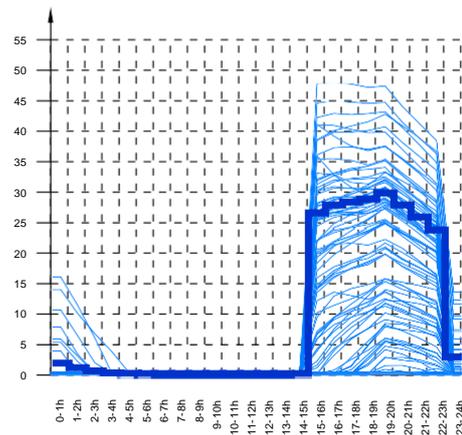
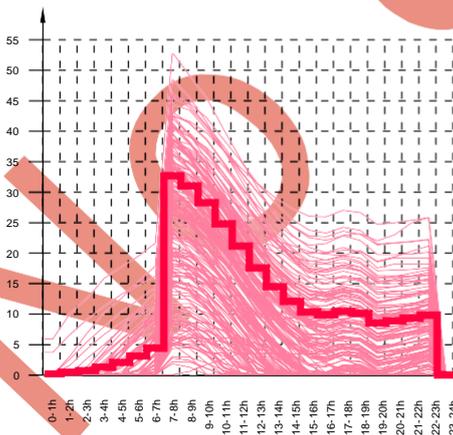
Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



En continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:

Demanda diaria superpuesta de calefacción (W/m²)

Demanda diaria superpuesta de refrigeración (W/m²)



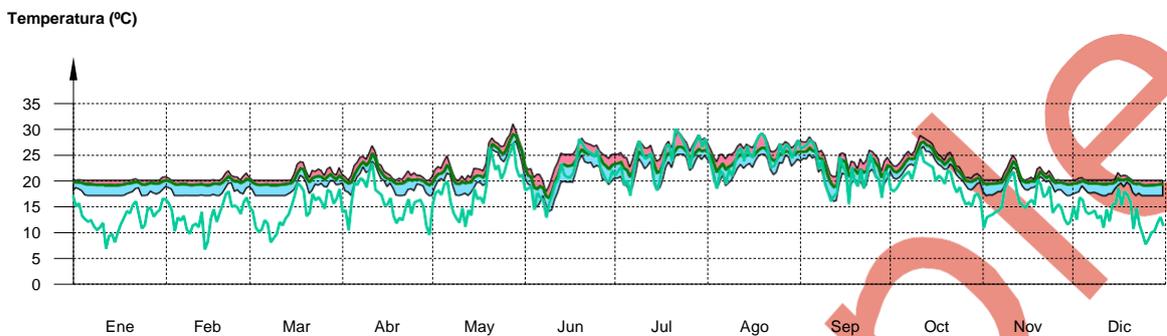
La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m ²)	Demanda típica por día activo (kWh/m ²)
Calefacción	209	185	2333	12	13.54	0.1708
Refrigeración	80	80	628	7	20.16	0.1582

1.3.3.- Evolución de la temperatura.

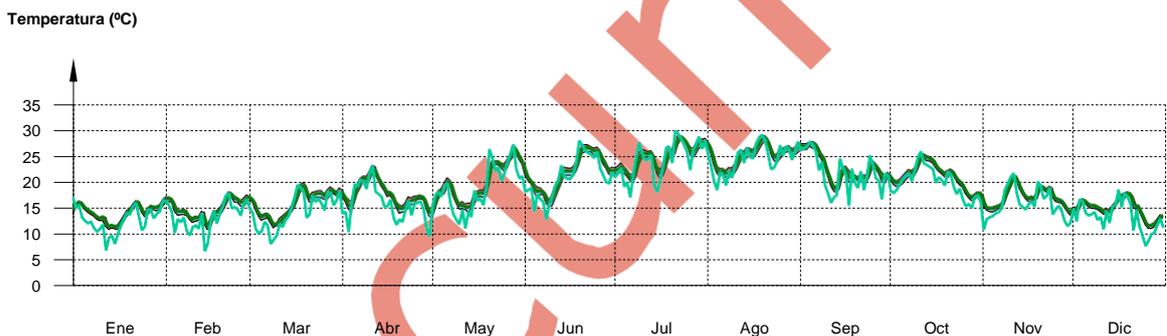
La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria, en cada zona:

Vivienda unifamiliar

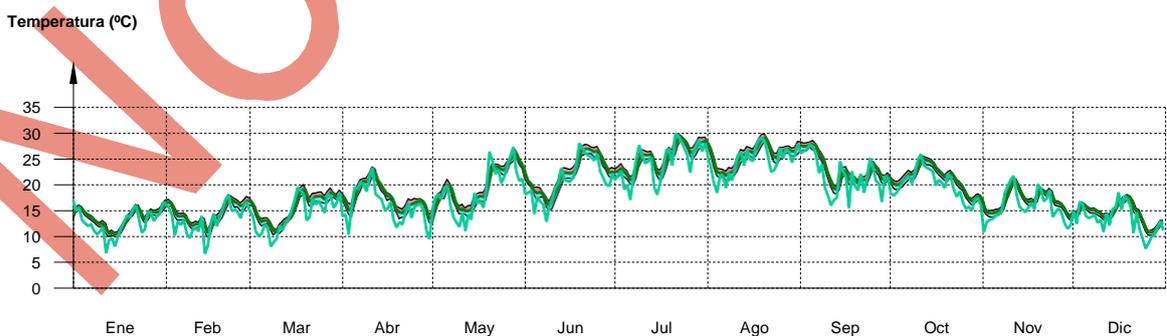


Zona no habitable 1

Producido por una versión educativa de ZYPE

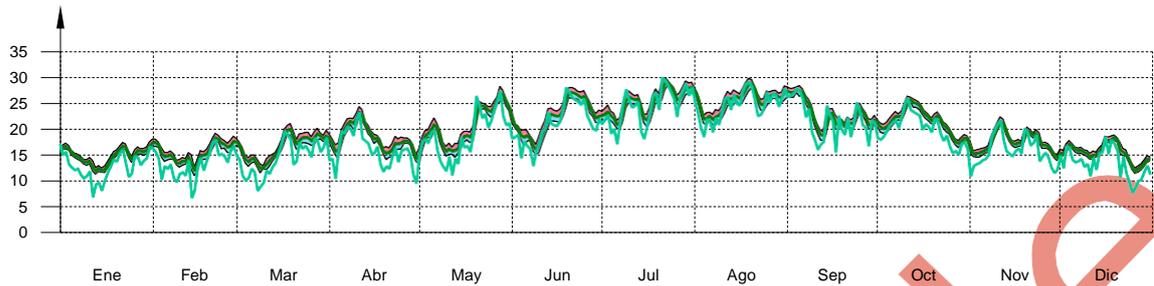


Zona no habitable 2 (Instalaciones)



Zona no habitable 3 (Aparcamiento)

Temperatura (°C)



1.3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total y ganancias solares, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Las ganancias solares e internas muestran los valores de ganancia energética bruta mensual, junto a la pérdida directa debida al calor que escapa de la zona de cálculo a través de los elementos ligeros, conforme al método de cálculo utilizado.

Se muestra también el calor neto mensual almacenado o cedido por la masa térmica de cada zona de cálculo, de balance anual nulo.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m²·a))	
Vivienda unifamiliar ($A_v = 438.52 \text{ m}^2$; $V = 1138.58 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 1801.42 \text{ m}^2$; $C_m = 141163.153 \text{ kJ/K}$; $A_m = 1453.94 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	7.6	48.0	111.4	102.5	153.8	573.7	834.4	812.4	530.7	176.6	77.6	23.8	-22559.7	-51.4
$Q_{tr,ac}$	-3144.9	-2760.1	-2943.6	-2562.8	-2318.9	-1476.7	-1210.8	-1185.7	-1337.5	-1903.3	-2242.0	-2926.0	-22559.7	-51.4
Q_{ve}	2.5	18.8	45.5	41.0	62.3	258.3	398.0	387.4	240.7	72.9	32.0	9.2	-10470.3	-23.9
$Q_{int,s}$	-1501.1	-1305.1	-1380.5	-1196.8	-1075.8	-641.7	-522.6	-511.9	-585.3	-875.7	-1050.1	-1392.0	-10470.3	-23.9
Q_{sol}	--	--	--	--	--	13.0	30.2	32.3	16.5	--	--	--	-1157.2	-2.6
Q_{edif}	-206.0	-166.9	-165.9	-121.5	-123.9	-25.9	-15.0	-9.7	-25.0	-83.3	-123.2	-182.8	-1157.2	-2.6
Q_{hc}	1.2	11.7	29.9	26.5	39.3	203.3	350.9	334.9	189.2	48.2	21.1	5.4	-12974.9	-29.6
$Q_{tr,op}$	-1225.0	-1042.7	-1081.8	-922.9	-821.2	-1843.7	-1592.6	-1547.4	-1567.7	-646.8	-820.9	-1123.9	-12974.9	-29.6
$Q_{tr,ac}$	1561.9	1418.0	1571.3	1523.3	1561.9	1523.3	1571.3	1561.9	1532.7	1561.9	1513.9	1580.7	18293.6	41.7
Q_{ve}	-15.9	-14.4	-16.0	-15.5	-15.9	-15.5	-16.0	-15.9	-15.6	-15.9	-15.4	-16.1	18293.6	41.7
Q_{sol}	1221.0	1424.9	1937.6	1894.7	2261.8	2252.9	2348.4	2139.3	1699.4	1415.6	1269.5	1125.7	20563.1	46.9
Q_{edif}	-24.9	-29.0	-39.5	-38.6	-46.1	-45.9	-47.8	-43.6	-34.6	-28.8	-25.9	-22.9	20563.1	46.9
Q_{hc}	-71.3	-25.3	-36.8	158.1	-287.7	25.3	-106.9	5.2	127.1	142.9	53.3	16.0		
Q_H	3394.9	2422.0	1968.3	1112.1	610.5	--	--	--	--	135.8	1310.0	2903.0	13856.6	31.6
Q_C	--	--	--	--	--	-800.5	-2021.3	-1959.1	-770.5	--	--	--	-5551.4	-12.7
Q_{HC}	3394.9	2422.0	1968.3	1112.1	610.5	800.5	2021.3	1959.1	770.5	135.8	1310.0	2903.0	19408.0	44.3

Zona no habitable 1 ($A_v = 11.46 \text{ m}^2$; $V = 29.83 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 77.93 \text{ m}^2$; $C_m = 6063.968 \text{ kJ/K}$; $A_m = 73.16 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	9.9	13.5	16.4	14.8	21.9	24.3	30.2	27.6	21.3	15.4	12.1	10.0	-265.6	-23.2
$Q_{tr,ac}$	-35.7	-39.0	-44.8	-47.2	-41.0	-42.7	-39.7	-41.2	-40.0	-38.5	-36.1	-37.2	-265.6	-23.2
Q_{ve}	38.5	31.7	32.4	24.4	27.5	8.7	7.5	5.7	7.6	16.7	22.9	33.6	233.2	20.3
$Q_{int,s}$	-2.3	-1.6	-1.4	-0.8	-0.9	-2.2	-4.1	-4.8	-3.1	-0.2	-1.0	-1.8	233.2	20.3
Q_{sol}	3.9	5.4	6.6	6.0	8.9	10.0	12.4	11.4	8.7	6.3	4.8	4.0	-113.0	-9.9
Q_{edif}	-15.0	-16.3	-18.7	-19.7	-17.1	-17.7	-16.4	-17.0	-16.6	-16.1	-15.0	-15.6	-113.0	-9.9
Q_{hc}	6.1	7.8	11.5	13.8	17.6	17.9	19.3	16.9	12.6	9.7	6.6	5.5	145.4	12.7
$Q_{tr,ac}$	-5.3	-1.5	-2.1	8.6	-16.9	1.6	-9.3	1.4	9.5	6.7	5.8	1.4		

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m ² ·a))	
Zona no habitable 2 (Instalaciones) ($A_r = 21.97 \text{ m}^2$; $V = 57.19 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 99.77 \text{ m}^2$; $C_m = 8209.431 \text{ kJ/K}$; $A_m = 94.08 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	16.0	19.4	22.5	19.0	28.6	28.3	34.1	30.4	23.8	18.7	16.4	15.3	-318.1	-14.5
$Q_{tr,w}$	-37.1	-43.8	-52.2	-56.7	-49.0	-55.6	-53.7	-56.6	-54.2	-48.7	-42.6	-40.4	-29.8	-1.4
$Q_{tr,ac}$	1.4	1.8	2.0	1.7	2.6	2.6	3.2	2.8	2.2	1.7	1.5	1.4	103.8	4.7
Q_{ve}	-3.4	-4.1	-4.8	-5.3	-4.6	-5.2	-5.0	-5.2	-5.0	-4.5	-3.9	-3.7	-196.0	-8.9
Q_{sol}	20.4	16.1	15.8	11.3	12.1	2.3	1.2	0.7	1.8	6.9	11.3	17.7	440.1	20.0
Q_{edif}	9.5	11.6	13.5	11.5	17.3	17.2	20.8	18.6	14.5	11.3	9.8	9.1		
	-22.7	-26.7	-31.8	-34.8	-30.1	-34.0	-32.8	-34.5	-33.1	-29.8	-25.9	-24.7		
	24.2	28.3	37.9	40.6	46.9	45.3	49.5	46.8	39.4	34.7	25.2	22.8		
	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1		
	-8.2	-2.5	-2.8	12.9	-23.8	1.1	-13.3	1.8	13.8	10.0	8.3	2.6		

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
Zona no habitable 3 (Aparcamiento) ($A_r = 52.47 \text{ m}^2$; $V = 136.59 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 193.42 \text{ m}^2$; $C_m = 15190.325 \text{ kJ/K}$; $A_m = 181.12 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	18.8	29.1	35.8	31.9	45.6	59.4	74.8	70.3	54.4	36.7	27.0	20.7	-966.8	-18.4
$Q_{tr,w}$	-118.9	-124.5	-141.8	-143.5	-129.3	-123.5	-115.5	-116.7	-113.5	-114.6	-110.2	-119.3	820.2	15.6
$Q_{tr,ac}$	155.0	125.5	124.5	91.0	91.2	19.0	10.9	7.7	19.2	63.0	93.2	138.1		
Q_{ve}	-5.7	-4.8	-5.4	-4.3	-6.1	-13.1	-26.8	-27.1	-14.1	-2.8	-3.3	-4.7	-651.4	-12.4
Q_{sol}	11.2	17.9	22.3	20.2	28.9	38.7	48.9	46.1	35.4	23.4	16.7	12.6	798.0	15.2
Q_{edif}	-79.7	-82.6	-94.1	-95.6	-86.1	-81.0	-75.4	-76.1	-74.3	-76.0	-72.9	-79.7		
	32.8	43.1	63.6	76.9	97.8	97.7	105.6	93.2	68.9	53.3	35.6	29.6		
	-13.5	-3.6	-4.8	23.4	-42.1	2.8	-22.4	2.7	23.9	17.0	13.9	2.8		

donde:

A_r : Superficie útil de la zona térmica, m².

V : Volumen interior neto de la zona térmica, m³.

A_{tot} : Área de todas las superficies que revisten la zona térmica, m².

C_m : Capacidad calorífica interna de la zona térmica calculada conforme a la Norma ISO 13786:2007 (método detallado), kJ/K.

A_m : Superficie efectiva de masa de la zona térmica, conforme a la Norma ISO 13790:2011, m².

$Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).

Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).

$Q_{nt,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).

Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).

Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica de la zona, kWh/(m²·año).

Q_{ca} : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).

Q_{cr} : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **San Roque (provincia de Cádiz)**, con una altura sobre el nivel del mar de **109 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **A3**. La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitudes exteriores** para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.

2.2.1.- Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus **condiciones operacionales** conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su **acondicionamiento térmico**, y sus **solicitaciones interiores** debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T [°] calef. media (°C)	T [°] refriger. media (°C)
Vivienda unifamiliar (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Dormitorio ppal	48.41	125.64	1.00	0.63	640.9	699.7	699.7	19.0	26.0
Dormitorio 1	18.87	48.97	1.00	0.63	249.8	272.7	272.7	19.0	26.0
Dormitorio 2	18.53	48.05	1.00	0.63	245.3	267.8	267.8	19.0	26.0
Dormitorio 3	18.27	47.43	1.00	0.63	241.9	264.1	264.1	19.0	26.0
Dormitorio 4	27.97	72.59	1.00	0.63	370.3	404.3	404.3	19.0	26.0
Aseo 1	7.68	19.92	1.00	0.63	101.7	111.0	111.0	19.0	26.0
Aseo 2	7.67	19.88	1.00	0.63	101.5	110.9	110.9	19.0	26.0
Aseo 3	7.53	19.53	1.00	0.63	99.7	108.8	108.8	19.0	26.0
Aseo 5	2.75	7.12	1.00	0.63	36.4	39.7	39.7	19.0	26.0
Aseo 4	6.94	18.00	1.00	0.63	91.9	100.3	100.3	19.0	26.0
Cocina	42.87	111.33	1.00	0.63	567.5	619.6	619.6	19.0	26.0
Wc	49.33	128.39	1.00	0.63	653.0	713.0	713.0	19.0	26.0
Wc	23.59	61.22	1.00	0.63	312.3	341.0	341.0	19.0	26.0
Wc	6.18	16.04	1.00	0.63	81.8	89.3	89.3	19.0	26.0
Hall-comedor	151.93	394.47	1.00	0.63	2011.3	2196.0	2196.0	19.0	26.0
	438.52	1138.58	1.00	0.63/1.025*/4**	5805.2	6338.4	6338.4	19.0	26.0
Zona no habitable 1 (Zona no habitable)									
Lavanderia	5.66	14.74	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
Almacén	5.80	15.09	1.00	1.00	--	--	--		
	11.46	29.83	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 2 (Instalaciones) (Zona no habitable)									
Instalaciones	21.97	57.19	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
	21.97	57.19	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 3 (Aparcamiento) (Zona no habitable)									
Aparcamiento	52.47	136.59	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
	52.47	136.59	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

b_{ve}: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación. En caso de disponer de una unidad de recuperación de calor, el factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación para el caudal de aire procedente de la unidad de recuperación es igual a $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot \eta_{hru})$, donde η_{hru} es el rendimiento de la unidad de recuperación y $f_{ve,frac}$ es la fracción del caudal de aire total que circula a través del recuperador.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas y los periodos de 'free cooling'.

** : Valor nominal del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable en régimen de 'free cooling' (ventilación natural nocturna en las noches de verano).

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{equip}: Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

$T^{calef.}$ Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
media:

$T^{refrig.}$ Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.
media:

2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.

Los perfiles de uso utilizados en el cálculo del edificio, obtenidos del Apéndice C de CTE DB HE 1, son los siguientes:

		Distribución horaria																								
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Perfil: Residencial (uso residencial)																										
Temp. Consigna Alta (°C)																										
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																										
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)																										
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																										
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2					
Equipos (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2					
Ventilación verano																										
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación invierno																										
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones correspondiente al mínimo exigido por CTE DB HS 3.

2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.

2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-33.0 kWh/(m²·año)) supone el **43.8%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75.3 kWh/(m²·año)).

	Tipo	S (m²)	χ (kJ/(m²·K))	U (W/(m²·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)	α	I. (°)	O. (°)	$F_{sh,o}$	ΣQ_{sol} (kWh/año)
Vivienda unifamiliar										
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		11.90	88.76	0.49	-193.5	0.4	V	E(90)	0.50	29.6

Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ_{sol} (kWh /año)
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	19.08	88.76	0.49	-310.3	0.4	V	S(179.98)	1.00	128.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.95	88.76	0.49	-15.5	0.4	V	O(-89.53)	0.96	4.6
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.72	88.76	0.49	-27.9	0.4	V	N(0)	1.00	1.5
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN	114.07	67.61							
Losa de cimentación	438.51	128.67	0.17	-2474.3					
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	67.28	53.89	0.41	-928.9	0.6	H		1.00	861.7
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.77	88.76	0.49	-12.4	0.4	V	N(0)	1.00	0.7
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO	11.87	90.45							
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino	41.36	89.08							
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.79	88.76	0.49	-12.8	0.4	V	N(0)	0.99	0.7
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO	11.87	90.52							
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino	41.36	91.38							
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	18.53	52.51	0.41	-254.6	0.6	H		1.00	235.1
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	9.40	88.76	0.49	-152.9	0.4	V	S(180)	0.40	25.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	11.21	88.76	0.49	-182.3	0.4	V	E(89.77)	0.98	55.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.77	88.76	0.49	-12.4	0.4	V	N(-0.23)	1.00	0.7
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	18.27	53.89	0.41	-252.3	0.6	H		1.00	233.8
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	35.52	88.76	0.49	-577.7	0.4	V	S(-179.93)	1.00	240.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.15	88.76	0.49	-18.7	0.4	V	O(-89.93)	0.82	4.7
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	2.21	88.76	0.49	-35.9	0.4	V	N(0)	0.61	1.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.42	88.76	0.49	-23.1	0.4	V	O(-90)	0.17	1.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	3.59	88.76	0.49	-58.4	0.4	V	N(-0.01)	0.81	2.6
Tabique de una hoja, para revestir PIE DE FABRICA	0.58	77.51							
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino	1.47	90.49							
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino	10.85	90.49	0.45	-98.9					<i>Hacia 'Zona no habitable 2 (Instalaciones)'</i>
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE	67.07	92.36							
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	27.95	53.89	0.41	-386.0	0.6	H		1.00	356.8
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	10.82	88.76	0.49	-176.0	0.4	V	O(-90)	0.49	26.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.52	88.76	0.49	-8.5	0.4	V	N(0)	0.95	0.4
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE	67.07	88.82							
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	7.68	52.51	0.41	-105.5	0.6	H		0.99	96.7
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	10.95	88.76	0.49	-178.1	0.4	V	E(90)	0.50	27.7

Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.61	88.76	0.49	-9.9	0.4	V	N(-1.25)	0.99	0.5
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	15.20	52.51	0.41	-208.8	0.6	H		0.99	191.3
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	10.97	88.76	0.49	-178.3	0.4	V	O(-90)	0.51	28.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.93	88.76	0.49	-15.1	0.4	V	N(10.43)	0.93	0.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.57	88.76	0.49	-9.4	0.4	V	21.8	0.98	0.8
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.61	88.76	0.49	-10.0	0.4	V	NE(30.96)	1.00	1.1
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.71	88.76	0.49	-11.6	0.4	V	NE(44.05)	0.98	1.7
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.81	88.76	0.49	-13.1	0.4	V	NE(51.34)	1.00	2.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.51	88.76	0.49	-8.2	0.4	V	68.2	1.00	1.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.19	88.76	0.49	-19.4	0.4	V	E(78.69)	1.00	5.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	3.67	88.76	0.49	-59.6	0.4	V	E(89.92)	1.00	18.3
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	2.75	52.51	0.41	-37.7	0.6	H		0.99	34.3
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.94	88.76	0.49	-15.2	0.4	V	E(90.35)	0.17	0.8
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	6.67	52.51	0.41	-91.6	0.6	H		1.00	84.3
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	11.10	79.96	0.50	-184.2	0.4	V	S(180)	0.15	11.6
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.12	88.76	0.49	-18.1	0.4	V	O(-90)	0.95	5.3
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	6.52	79.96	0.50	-108.2	0.4	V	E(90)	0.17	5.6
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	14.71	79.96	0.50	-244.0	0.4	V	N(0)	0.61	8.1
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	41.91	53.89	0.41	-578.6	0.6	H		1.00	534.4
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	63.28	79.96	0.50	-1050.2	0.4	V	S(179.98)	0.86	374.5
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	12.92	79.96	0.50	-214.4	0.4	V	O(-90)	0.17	11.2
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	47.36	53.89	0.41	-653.9	0.6	H		1.00	605.1
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	9.04	79.96	0.50	-149.9	0.4	V	N(0)	0.80	6.6
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	3.27	79.96	0.50	-54.3	0.4	V	S(180)	0.30	6.7
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.15	79.96	0.50	-19.1	0.4	V	E(90.48)	0.80	4.7
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)	23.59	53.89	0.41	-325.6	0.6	H		1.00	302.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	3.42	79.96	0.50	-56.7	0.4	V	E(89.91)	1.00	17.4
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino	5.04	89.08	1.02	-82.9			Hacia 'Zona no habitable 3 (Aparcamiento)'		
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino	22.89	89.08	1.02	-778.7					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN	22.67	67.61	1.77	-644.5			Hacia 'Zona no habitable 3 (Aparcamiento)'		

Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)	
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		6.18	53.89	0.41	-85.3	0.6	H	1.00	78.8	
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2.19	88.76	0.49	-35.5	0.4	V	O(-90)	1.00	11.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		5.65	79.96	0.50	-93.8	0.4	V	O(-90)	0.17	4.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		3.23	79.96	0.50	-53.6	0.4	V	N(-0.86)	0.61	1.8
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8.54	79.96	0.50	-141.7	0.4	V	E(89.58)	0.61	26.4
Tabique de una hoja, para revestir PIE DE FABRICA		0.58	82.08							
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		0.80	90.49	0.45	-6.9				Hacia 'Zona no habitable 1'	
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		6.22	92.36	0.94	-94.0				Hacia 'Zona no habitable 3 (Aparcamiento)'	
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		5.14	89.08	1.02	-103.1				Hacia 'Zona no habitable 1'	
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		0.89	67.61	1.77	-30.7				Hacia 'Zona no habitable 1'	
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		12.91	83.78	1.09	-464.9					
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		149.76	53.89	0.41	-2067.6	0.6	H	0.99	1893.0	
				-14464.5	-1061.0*				6616.6	

Zona no habitable 1

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		11.79	90.49	0.45	-4.9				Hacia 'Zona no habitable 2 (Instalaciones)'
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		12.40	91.38	1.02	44.5				Desde 'Zona no habitable 3 (Aparcamiento)'
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		13.60	67.61						
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		8.75	67.61	1.77	-185.6				
Losa de cimentación		11.46	100.30	0.17	-23.3				
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		11.46	52.51	0.41	-56.6	0.6	H	1.00	145.4
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		0.80	90.49	0.45	6.9				Desde 'Vivienda unifamiliar'
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		5.14	91.38	1.02	103.1				Desde 'Vivienda unifamiliar'
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		0.89	67.61	1.77	30.7				Desde 'Vivienda unifamiliar'
				-265.6	+180.4*				145.4

Zona no habitable 2 (Instalaciones)

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		17.23	88.76	0.49	-95.7	0.4	V	S(-179.94)	1.00	116.5
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10.89	88.76	0.49	-60.5	0.4	V	E(89.68)	0.85	46.3
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		11.79	90.49	0.45	4.9				Desde 'Zona no habitable 1'	
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		3.40	90.49	0.45	-17.2					
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		10.85	90.49	0.45	98.9				Desde 'Vivienda unifamiliar'	
Losa de cimentación		21.97	100.30	0.17	-42.4					

	Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		21.97	52.51	0.41	-102.3	0.6	H		1.00	278.7
					-318.1	+103.8*				441.5

Zona no habitable 3 (Aparcamiento)

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1.17	88.76	0.49	-9.0	0.4	V	E(89.67)	1.00	5.8
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		25.20	88.76	0.49	-194.4	0.4	V	E(90.34)	1.00	126.6
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		6.22	88.82	0.94	94.0	<i>Desde 'Vivienda unifamiliar'</i>				
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		12.40	89.08	1.02	-44.5	<i>Hacia 'Zona no habitable 1'</i>				
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		9.47	91.38	1.02	-152.8					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		5.04	91.38	1.02	82.9	<i>Desde 'Vivienda unifamiliar'</i>				
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		22.67	67.61	1.77	644.5	<i>Desde 'Vivienda unifamiliar'</i>				
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		4.66	67.61	1.77	-129.8					
Losa de cimentación		52.47	100.30	0.17	-140.4					
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		52.47	52.51	0.41	-340.4	0.6	H		1.00	665.6
					-966.8	+776.9*				798.0

donde:

S: Superficie del elemento.

χ: Capacidad calorífica por superficie del elemento.

U: Transmitancia térmica del elemento.

Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

*: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.

α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

I.: Inclinación de la superficie (elevación).

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

F_{sh,o}: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.

Q_{sol}: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-23.9 kWh/(m²·año)) supone el **31.7%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75.3 kWh/(m²·año)).

	Tipo	S (m ²)	U _s (W/ (m ² ·K))	F _f (%)	U _f (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Vivienda unifamiliar													
Hi finity motorizada		8.25	1.40	0.14	4.00	-455.4	0.13	0.4	V	O(-89.53)	0.06	0.80	78.6
Hi finity motorizada		9.35	1.40	0.18	4.00	-544.4	0.13	0.4	V	N(0)	0.06	1.00	37.5
Hi finity motorizada		9.35	1.40	0.18	4.00	-544.4	0.13	0.4	V	O(-89.93)	0.82	0.82	685.8
REYNAERS CS 77		6.60	1.40	0.22	4.00	-409.0	0.31	0.4	V	N(0)	1.00	0.90	631.8
REYNAERS CS 77		5.50	1.40	0.25	4.00	-354.7	0.31	0.4	V	O(-90)	0.91	0.44	508.9
REYNAERS SL-38		5.50	1.40	0.25	4.00	-354.7	0.31	0.4	V	N(-1.25)	0.06	1.00	43.2
Hi finity motorizada		11.00	1.40	0.16	4.00	-625.4	0.13	0.4	V	O(-90)	0.05	0.85	110.5
REYNAERS CS 77		22.00	1.40	0.16	4.00	-1250.7	0.31	0.4	V	E(90)	1.00	0.45	2493.9
REYNAERS CS 77		8.25	1.40	0.14	4.00	-455.4	0.31	0.4	V	N(0)	1.00	0.91	870.3
REYNAERS CS 77		7.93	1.40			-348.2	0.31	0.6	V	S(180)	0.82	0.37	925.6
REYNAERS CS 77		25.07	1.40			-1100.0	0.31	0.6	V	N(0)	1.00	0.91	3052.4

	Tipo	S (m ²)	U _g (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _t (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
REYNAERS CS 77		3.57	1.40			-156.7	0.31	0.6	V	E(90)	0.76	0.68	542.4
Hi finity motorizada		5.50	1.40	0.25	4.00	-354.7	0.13	0.4	V	E(90.48)	0.06	0.82	71.7
Hi finity motorizada		5.50	1.40	0.25	4.00	-354.7	0.13	0.4	V	E(90.48)	0.05	0.69	56.2
Puerta de paso interior, de madera		1.65		1.00	1.64	-43.3	<i>Hacia 'Zona no habitable 3 (Aparcamiento)'</i>						
REYNAERS CS 77		8.55	1.40			-375.2	0.31	0.6	V	N(0)	1.00	0.91	1041.7
Hi finity motorizada		11.00	1.40	0.16	4.00	-625.4	0.13	0.4	V	O(-90)	0.05	1.00	129.8
Hi finity motorizada		11.00	1.40	0.16	4.00	-625.4	0.13	0.4	V	O(-90)	0.06	1.00	139.2
REYNAERS CS 77		8.25	1.40	0.14	4.00	-455.4	0.31	0.4	V	N(-0.86)	1.00	0.91	870.3
REYNAERS CS 77		8.25	1.40	0.14	4.00	-455.4	0.31	0.4	V	S(180)	0.82	0.36	837.5
REYNAERS CS 77		11.00	1.40	0.16	4.00	-625.4	0.31	0.4	V	O(-90)	1.00	0.45	1247.0
Puerta de paso interior, de madera		1.65		1.00	1.64	-52.8	<i>Hacia 'Zona no habitable 1'</i>						
						-10470.3	-96.1*						14374.3

Zona no habitable 1

Puerta de paso interior, de madera		1.65		1.00	1.64	52.8	<i>Desde 'Vivienda unifamiliar'</i>					
						0	+52.8*					

Zona no habitable 2 (Instalaciones)

Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	1.64	-29.8						
						-29.8						

Zona no habitable 3 (Aparcamiento)

Puerta de paso interior, de madera		1.65		1.00	1.64	43.3	<i>Desde 'Vivienda unifamiliar'</i>					
						0	+43.3*					

donde:

S: Superficie del elemento.

U_g: Transmitancia térmica de la parte translúcida.

F_F: Fracción de parte opaca del elemento ligero.

U_t: Transmitancia térmica de la parte opaca.

Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

*: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.

g_{gl}: Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.

α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.

I.: Inclinación de la superficie (elevación).

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

F_{sh,gl}: Valor medio anual del factor reductor de sombreado para dispositivos de sombra móviles.

F_{sh,o}: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.

Q_{sol}: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-18.5 kWh/(m²·año)) supone el **24.5%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-75.3 kWh/(m²·año)).

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-51.4 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el **35.9%**.

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)
Vivienda unifamiliar				
Esquina entrante		94.36	-0.120	376.3

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)
Esquina saliente		18.17	0.085	-51.5
Suelo en contacto con el terreno		191.55	0.500	-3178.8
Cubierta plana		78.98	0.925	-2425.6
Cubierta plana		23.08	0.926	-709.2
Esquina entrante		5.50	0.500	-91.3
Cubierta plana		64.61	0.926	-1985.5
Esquina saliente		8.10	0.086	-23.1
Esquina saliente		2.60	0.500	-43.1
Esquina entrante		5.19	-0.211	36.4
Esquina saliente		2.60	0.218	-18.8
Esquina entrante		2.60	-0.221	19.1
				-8095.2

donde:

L : Longitud del puente térmico lineal.

ψ : Transmitancia térmica lineal del puente térmico.

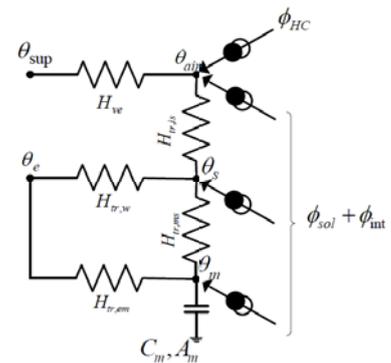
n : Número de puentes térmicos puntuales.

X : Transmitancia térmica puntual del puente térmico.

Q_{tr} : Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire exterior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.



La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

3 Anexo de elementos constructivos mejorados

ÍNDICE

1.- SISTEMA ENVOLVENTE	2
1.1.- Suelos en contacto con el terreno	2
1.1.1.- Soleras	2
1.2.- Fachadas	3
1.2.1.- Parte ciega de las fachadas	3
1.2.2.- Huecos en fachada	4
1.3.- Cubiertas	15
1.3.1.- Parte maciza de las azoteas	15
2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN	16
2.1.- Compartimentación interior vertical	16
2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical	16
2.1.2.- Huecos verticales interiores	25
3.- MATERIALES	26

1.- SISTEMA ENVOLVENTE

1.1.- Suelos en contacto con el terreno

1.1.1.- Soleras

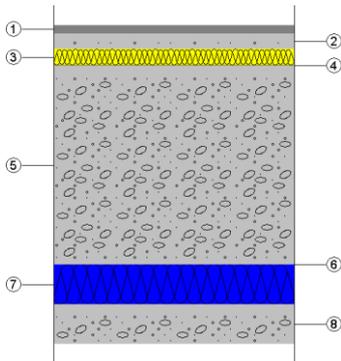
Losa de cimentación - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de piedra natural sobre una superficie plana, con adhesivo	Superficie total 427.62 m ²
--	---

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige, 40x40x2 cm, acabado anticato, 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, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; acabado superficial liso mediante regla vibrante, con: AISLAMIENTO HORIZONTAL: aislamiento térmico horizontal formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; AISLAMIENTO PERIMETRAL: aislamiento térmico vertical formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; HORMIGÓN DE LIMPIEZA: capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, de 10 cm de espesor.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
5 - Hormigón armado	50 cm
6 - Film de polietileno	0.02 cm
7 - Poliestireno extruido	10 cm
8 - Hormigón de limpieza	10 cm
Espesor total:	80.22 cm

Limitación de demanda energética U_s : 0.07 W/(m²·K)

(Para una solera con longitud característica $B' = 8.4$ m)

Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: 2 m²·K/W)

Detalle de cálculo (U_s)

Superficie del forjado, A: 724.18 m²

Perímetro del forjado, P: 172.09 m

Resistencia térmica del forjado, R_f : 4.39 m²·K/W

Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R_f : 2.00 m²·K/W

Espesor del aislamiento perimetral, d_n : 4.00 cm

Tipo de terreno: Grava

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1634.38 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1253.98 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 75.5(-1; -7) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 55.6 dB

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, $\Delta L_{D,w}$: 33 dB

**Losa de cimentación - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor.
Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo**

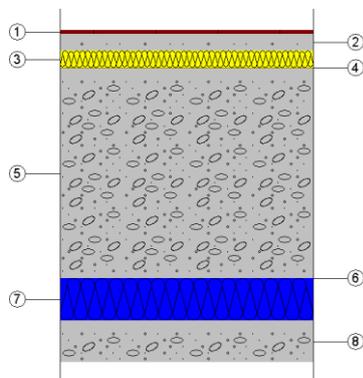
Superficie total
84.44 m²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres rústico, 2/0/-/-, de 25x25 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: BASE AUTONIVELANTE: capa fina de pasta niveladora de suelos, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; acabado superficial liso mediante regla vibrante, con: AISLAMIENTO HORIZONTAL: aislamiento térmico horizontal formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; AISLAMIENTO PERIMETRAL: aislamiento térmico vertical formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,2 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; HORMIGÓN DE LIMPIEZA: capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, de 10 cm de espesor.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres rústico	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
5 - Hormigón armado	50 cm
6 - Film de polietileno	0.02 cm
7 - Poliestireno extruido	10 cm
8 - Hormigón de limpieza	10 cm
Espesor total:	79.22 cm

Limitación de demanda energética U_s : 0.07 W/(m²·K)

(Para una solera con longitud característica $B' = 8.4$ m)

Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: 2 m²·K/W)

Detalle de cálculo (U_s)

Superficie del forjado, A: 724.18 m²

Perímetro del forjado, P: 172.09 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 4.39 m²·K/W

Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R_f: 2.00 m²·K/W

Espesor del aislamiento perimetral, dn: 4.00 cm

Tipo de terreno: Grava

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1605.38 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1253.98 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_{tr}): 75.5(-1; -7) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 55.6 dB

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, $\Delta L_{D,w}$: 33 dB

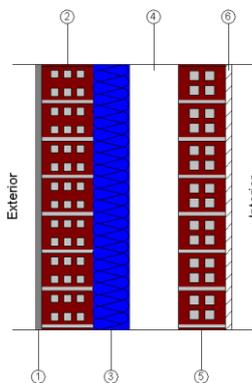
1.2.- Fachadas

1.2.1.- Parte ciega de las fachadas

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada

Superficie total
375.88 m²

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada de 11 cm de espesor, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: revestimiento con mortero monocapa acabado con piedra proyectada, espesor 15 mm, aplicado manualmente; HOJA PRINCIPAL: hoja de 11,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico perforado para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; formación de dinteles mediante vigueta prefabricada, revestida con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por panel rígido de poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES", de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo proyectado; HOJA INTERIOR: hoja de 10,5 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; formación de dinteles mediante obra de fábrica sobre carpintería; REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista, y acabado de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6; ACABADO INTERIOR: Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.



Listado de capas:

1 - Mortero monocapa	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado	11.5 cm
3 - Poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES"	8 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	11 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10.5 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica	---
Espesor total:	44 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.31 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 238.39 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 235.35 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 59.1(-1; -5) dB

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

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 4

Condiciones que cumple: R1+B1+C2+H1+J2

1.2.2.- Huecos en fachada

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 3000x2400 mm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 3000x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en la cara interior en color WSWS Blanco y acabado foliado en la cara exterior, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 48 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 C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 1.00 W/(m²·K)

Factor solar, g : 0.39

Aislamiento acústico, R_w (C;C_{tr}): 50 (-3;-7) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : 1.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 300 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.31	
	F_H	0.31	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 259.2 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.31	
	F_H	0.31	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 298.6 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.31	
	F_H	0.31	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-3;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F : Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 3400x2400 mm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 3400x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color WSWS Blanco, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 48 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 C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : $1.00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Factor solar, g : 0.39

Aislamiento acústico, $R_w (C;C_{tr})$: 50 (-3;-7) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : $1.00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 319.5 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	$\text{W/(m}^2\text{K)}$
Soleamiento	F	0.32	
	F_H	0.32	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	35 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 340 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	$\text{W/(m}^2\text{K)}$
Soleamiento	F	0.32	
	F_H	0.32	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	35 (-3;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco ($\text{W/(m}^2\text{K)}$)

F : Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 2400x2400 mm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 2400x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en la cara interior en color WSW Blanco y acabado foliado en la cara exterior, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 48 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 C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:**PERSIANAS**

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 1.00 W/(m²·K)

Factor solar, g : 0.39

Aislamiento acústico, R_w (C;C_{tr}): 50 (-3;-7) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : 1.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 231.6 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.30	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	36 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 226.4 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.30	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	36 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 232 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.30	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	36 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 222.5 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
---	--	--	------------------

Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.30	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	36 (-3;-4)	dB

Dimensiones: **230.3 x 240 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.30	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	36 (-3;-4)	dB

Dimensiones: **231 x 240 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.30	
	F_H	0.30	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	36 (-3;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 3400x2400 mm - Hi finity motorizada

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 3400x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color WSWS Blanco, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 48 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 C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 1.00 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.39

Aislamiento acústico, $R_w (C;C_{tr})$: 50 (-3;-7) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : 1.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB
--------------------------	------------------	------------	----

Dimensiones: 300 x 270 cm (ancho x alto)			nº uds: 4
Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.35	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 287.6 x 270 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.35	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 302.1 x 270 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.35	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 129 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.39	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	33 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 279.3 x 295 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.35	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 400 x 270 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.32	

Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB
--------------------------	------------------	------------	----

Dimensiones: **289.9 x 295 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.39	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB

Dimensiones: **252.9 x 270 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.10	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.39	
	F_H	0.35	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	32 (-1;-3)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 1800x2400 mm - REAYNAERS SL-38 (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Eurofutur 70 "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 1800x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en la cara interior en color 654 Blanco y acabado foliado en la cara exterior, color a elegir, perfiles de 70 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, 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, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3$ W/(m²K); 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 E1650, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templá.Lite Azur.Lite color azul.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 1.40 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.60

Aislamiento acústico, $R_w (C;C_{tr})$: 35 (-1;-3) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : 1.30 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 180 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	1.37	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.45	
	F_H	0.45	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	34 (-1;-3)	dB

Dimensiones: 172.9 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.37	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.45	
	F_H	0.45	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	34 (-1;-3)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

Fijo "ALUGOM", de 600x2250 mm - REYNAERS CS 77

CARPINTERÍA:

Ventanal fijo de aluminio, serie Alg 76 Máxima C16 "ALUGOM", dimensiones 600x2250 mm, acabado anodizado color inox, con el sello EWAA-EURAS, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de anodizado, marco de 75 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,0$ W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 60,5 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E2550, 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 LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 8/20/6 Templá.Lite Azur.Lite color azul.

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.39

Aislamiento acústico, $R_w (C;C_{tr})$: 35 (-1;-3) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : 2.20 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Fija

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 60 x 225 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	1.43	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.29	
	F_H	0.24	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	35 (-1;-3)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 4000x2400 mm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 4000x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en la cara interior en color WSWWS Blanco y acabado foliado en la cara exterior, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; espesor máximo del acristalamiento: 48 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 C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : $1.00 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Factor solar, g: 0.39

Aislamiento acústico, R_w (C;C_{tr}): 50 (-3;-7) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : $1.00 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 400 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 3
Transmisión térmica	U_w	1.00	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Soleamiento	F	0.32	
	F_H	0.32	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 205.8 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Soleamiento	F	0.32	
	F_H	0.32	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	36 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 194.1 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Soleamiento	F	0.32	
	F_H	0.32	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	36 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 385.5 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.32	
	F_H	0.32	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-3;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 1800x2400 mm - Hi finity motorizada (PERSIANAS)

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Eurofutur 70 "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 1800x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en la cara interior en color 654 Blanco y acabado foliado en la cara exterior, color a elegir, perfiles de 70 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, 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, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3$ W/(m²K); 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 E1650, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

ACCESORIOS:

PERSIANAS

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 1.00 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.39

Aislamiento acústico, R_w (C;C_{tr}): 50 (-3;-7) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : 1.30 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4

Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 179.7 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.08	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.29	
	F_H	0.29	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	37 (-3;-4)	dB

Dimensiones: 178.5 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.08	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.29	
	F_H	0.29	

Notas:

 U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco ($W/(m^2 \cdot K)$)

F: Factor solar del hueco

 F_H : Factor solar modificado $R_w (C; C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

1.3.- Cubiertas

1.3.1.- Parte maciza de las azoteas

Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado, suspendido con estructura metálica - Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada. Impermeabilización con láminas asfálticas. (Losa maciza)Superficie total
380.20 m²

REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada intensiva, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, de resistencia a compresión 0,4 MPa y 500 kg/m³ de densidad, confeccionado en obra con arcilla expandida y cemento gris, acabado con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 2 cm de espesor; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable Hardrock 393 "ROCKWOOL", de 70 mm de espesor, resistencia térmica 1,75 m²K/W, conductividad térmica 0,039 W/(mK); impermeabilización bicapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FV y lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP, sin coincidir sus juntas; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa drenante y filtrante: lámina drenante y filtrante de estructura nodular de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), ChovADREN DD "CHOVA", con geotextil de polipropileno incorporado; capa de protección: capa de tierra vegetal para plantación de 20 cm de espesor.

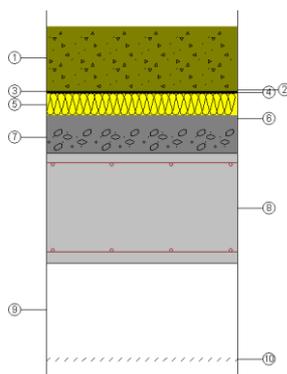
ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado de losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 35 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo, situado a una altura menor de 4 m, liso suspendido con estructura metálica (12,5+27+27), formado por una placa de yeso laminado AD; ACABADO SUPERFICIAL: pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.

Listado de capas:



1 - Tierra vegetal	20 cm
2 - Lámina drenante y filtrante	0.5 cm
3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
4 - Impermeabilización asfáltica bicapa no adherida	0.73 cm
5 - Lana mineral soldable Hardrock 393 "ROCKWOOL"	7 cm
6 - Capa de regularización de mortero de cemento	2 cm
7 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
8 - Losa maciza 35 cm	35 cm
9 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
10 - Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.25 cm
11 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---

Espesor total: 106.56 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.29 W/(m²·K) U_c calefacción: 0.29 W/(m²·K)Protección frente al ruido Masa superficial: 1394.43 kg/m²Masa superficial del elemento base: 875.00 kg/m²Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 69.9(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad Tipo de cubierta: Ajardinada, con tierra vegetal

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado, HIDROFUGO - Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada. Impermeabilización con láminas asfálticas. (Losa maciza)

Superficie total
131.10 m²

REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada intensiva, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, de resistencia a compresión 0,4 MPa y 500 kg/m³ de densidad, confeccionado en obra con arcilla expandida y cemento gris, acabado con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 2 cm de espesor; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable Hardrock 393 "ROCKWOOL", de 70 mm de espesor, resistencia térmica 1,75 m²K/W, conductividad térmica 0,039 W/(mK); impermeabilización bicapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FV y lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP, sin coincidir sus juntas; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa drenante y filtrante: lámina drenante y filtrante de estructura nodular de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), ChovADREN DD "CHOVA", con geotextil de polipropileno incorporado; capa de protección: capa de tierra vegetal para plantación de 20 cm de espesor.

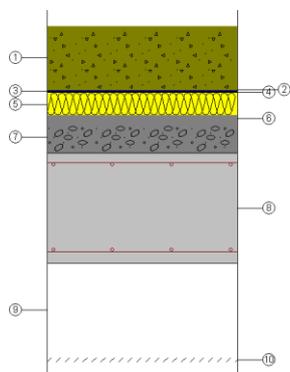
ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado de losa maciza de hormigón armado, horizontal, canto 35 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo, situado a una altura menor de 4 m, liso suspendido con estructura metálica (15+27), con resistencia al fuego EI 120, formado por una placa de yeso laminado; ACABADO SUPERFICIAL: pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.

Listado de capas:



1 - Tierra vegetal	20 cm
2 - Lámina drenante y filtrante	0.5 cm
3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
4 - Impermeabilización asfáltica bicapa no adherida	0.73 cm
5 - Lana mineral soldable Hardrock 393 "ROCKWOOL"	7 cm
6 - Capa de regularización de mortero de cemento	2 cm
7 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
8 - Losa maciza 35 cm	35 cm
9 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
10 - Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.5 cm
11 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---
Espesor total:	106.81 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.29 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.29 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1396.50 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 875.00 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_{tr}): 69.9(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Ajardinada, con tierra vegetal

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

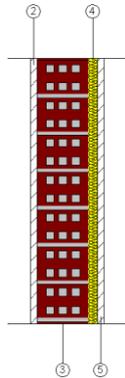
2.1.- Compartimentación interior vertical

2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical

Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN

Superficie total 135.51 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	2 cm
5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
6 - Pintura plástica	---
Espesor total:	16.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.80 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 140.90 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 140.30 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.0(-1; -2) dB

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

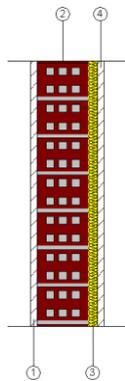
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN

Superficie total 9.73 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	2 cm
4 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
5 - Pintura plástica	---
Espesor total:	16.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.80 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 140.90 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 140.30 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.0(-1; -2) dB

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

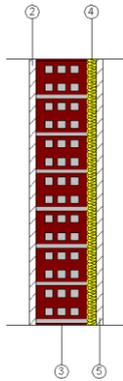
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN

Superficie total 10.65 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	2 cm
5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
Espesor total:	16.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.80 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 140.90 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 140.30 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.0(-1; -2) dB

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

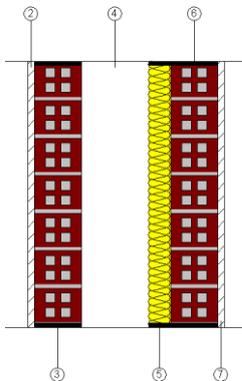
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO

Superficie total 12.04 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm
5 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
8 - Pintura plástica	---
Espesor total:	44 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.41 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 231.20 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 227.70 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.1(-1; -5) dB

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

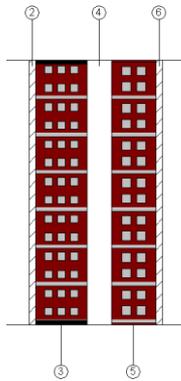
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino

Superficie total 56.91 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Filtro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	5.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica	---
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.03 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 233.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

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

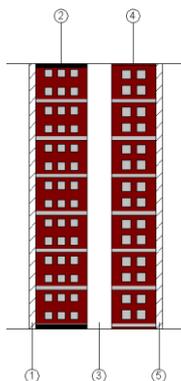
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino

Superficie total 11.15 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Filtro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
3 - Cámara de aire sin ventilar	5.5 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
6 - Pintura plástica	---
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.03 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 233.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

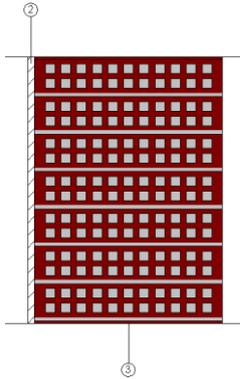
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de una hoja, para revestir PIE DE FABRICASuperficie total 0.60 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	42 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	43.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.80 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 407.85 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 41.4(-1; -2) dB

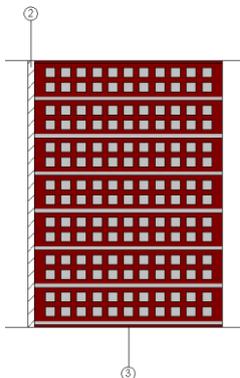
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90

Tabique de una hoja, para revestir PIE DE FABRICASuperficie total 0.38 m²

Hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	42 cm
Espesor total:	43.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.80 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 407.85 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 40.0(-1; -2) dB

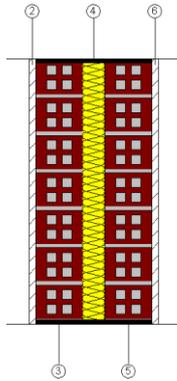
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO finoSuperficie total 24.76 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
4 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica	---
Espesor total:	29 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.45 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 231.20 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 227.70 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.1(-1; -5) dB

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

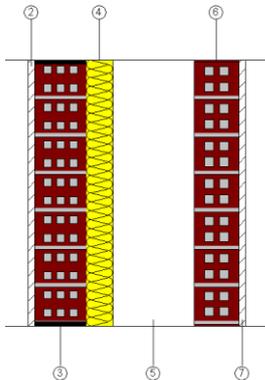
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE

Superficie total 67.03 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Filtro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	6 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
8 - Pintura plástica	---
Espesor total:	48.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 235.10 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 233.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

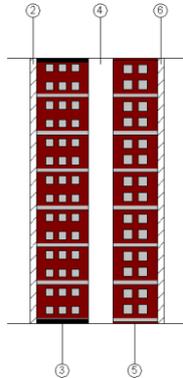
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE finoSuperficie total 14.95 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Filtro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	5.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.03 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 233.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

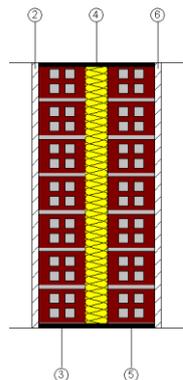
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO finoSuperficie total 0.19 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
4 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
Espesor total:	29 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.45 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 231.20 kg/m²Masa superficial del elemento base: 227.70 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.1(-1; -5) dB

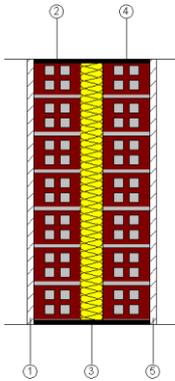
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO finoSuperficie total 3.33 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
3 - Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL" (B)	5 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	10.5 cm
5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
6 - Pintura plástica	---
Espesor total:	29 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.45 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 231.20 kg/m²Masa superficial del elemento base: 227.70 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.1(-1; -5) dB

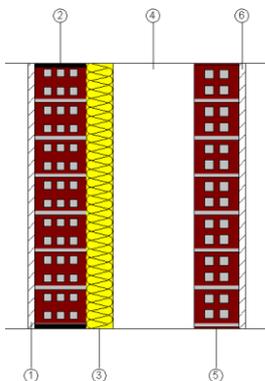
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRESuperficie total 0.57 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Fieltro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	6 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
6 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica	---
Espesor total:	48.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 235.10 kg/m²Masa superficial del elemento base: 233.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

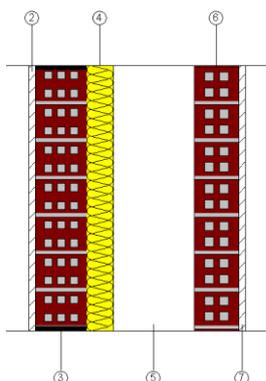
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE

Superficie total 0.70 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Fieltro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	6 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	18 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
7 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
Espesor total:	48.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 235.10 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 233.30 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 63.7(-1; -5) dB

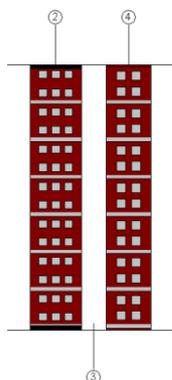
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 120

Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino

Superficie total 13.18 m²

Tabique de dos hojas, para revestir, compuesto de: PRIMERA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel de lana de vidrio, Ursa Glasswool P0051 Panel Fieltro "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; SEGUNDA HOJA: hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	11.5 cm
3 - Cámara de aire sin ventilar	5.5 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10 cm
Espesor total:	27 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.09 W/(m ² ·K)	
Protección frente al ruido	Masa superficial: 198.80 kg/m ² Apoyada en bandas elásticas (B) Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 62.9(-1; -5) dB Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.
Seguridad en caso de incendio	Resistencia al fuego: EI 120

2.1.2.- Huecos verticales interiores

Puerta de paso interior, de madera

Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, lisa de tablero hueco; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 82.5 x 203 cm	nº uds: 6
	Ancho x Alto: 81.8 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Alto: 80.5 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Alto: 81 x 203 cm	nº uds: 3
	Ancho x Alto: 81.7 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Alto: 72.9 x 203 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.64 W/(m ² ·K) Absortividad, α_S : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

Oscilo-Paralela oscilo-paralela "KÖMMERLING", de 3000x2400 mm - Hi finity motorizada

CARPINTERÍA:

Puerta de PVC, serie Kömmerling 76MD "KÖMMERLING", una hoja oscilo-paralela dimensiones 3000x2400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en la cara interior en color WSWS Blanco y acabado foliado en la cara exterior, color a elegir, perfiles de 76 mm de anchura, fabricados bajo formulación Greenline®, sin plomo ni estabilizantes pesados, soldados a inglete, que incorporan seis cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con junta central para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,0$ W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 48 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 C2, según UNE-EN 12210. Incluso garras de fijación, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 8/20/8+8 LOW.S laminar.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 1.00 W/(m ² ·K) Aislamiento acústico, $R_w(C; C_{tr})$: 50 (-3;-7) dB		
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 1.00 W/(m ² ·K) Tipo de apertura: Oscilobatiente Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4		

Dimensiones: 300 x 240 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.00	W/(m ² ·K)
Caracterización acústica	$R_w(C; C_{tr})$	35 (-3;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco ($W/(m^2 \cdot K)$)

R_w ($C; C_{tr}$): Valores de aislamiento acústico (dB)

3.- MATERIALES

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
Base de mortero autonivelante de cemento	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Capa de regularización de mortero de cemento	2	1900	1.3	0.0154	1000	10
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	2	30	0.029	0.6897	1000	20
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	6	30	0.029	2.069	1000	20
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10	930	0.438	0.2286	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	10.5	920	0.457	0.23	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11.5	920	0.457	0.2519	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	42	930	0.438	0.96	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico perforado	11.5	900	0.5	0.23	1000	10
Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.25	825	0.25	0.05	1000	4
Falso techo continuo liso de placas de yeso laminado	1.5	825	0.25	0.06	1000	4
Film de polietileno	0.02	920	0.33	0.0006	2200	100000
Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10	500	0.16	0.625	1000	4
Geotextil de poliéster	0.08	250	0.038	0.0211	1000	1
Guarnecido y enlucido de yeso	1.5	1150	0.57	0.0263	1000	6
Hormigón armado	50	2500	2.3	0.2174	1000	80
Hormigón de limpieza	10	2450	2	0.05	1000	80
Impermeabilización asfáltica bicapa no adherida	0.73	1100	0.23	0.0317	1000	50000
Lámina drenante y filtrante	0.5	128	0.5	0.01	1800	100000
Lana mineral	4	40	0.035	1.1429	1000	1
Lana mineral Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL"	5	70	0.034	1.4706	840	1
Lana mineral soldable Hardrock 393 "ROCKWOOL"	7	175	0.039	1.7949	840	1
Losa maciza 35 cm	35	2500	2.5	0.14	1000	80
Mortero autonivelante de cemento	0.2	1900	1.3	0.0015	1000	10
Mortero monocapa	1.5	1200	0.34	0.0441	1000	10
Poliestireno extruido	10	38	0.034	2.9412	1000	100
Poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES"	8	38	0.035	2.2857	1000	100
Solado de baldosas cerámicas de gres rústico	1	2500	2.3	0.0043	1000	30
Solado de baldosas de travertino anticato (envejecido artificialmente) Beige	2	2700	3.5	0.0057	1000	10000
Tierra vegetal	20	2000	0.52	0.3846	1840	1
Abreviaturas utilizadas						
e	Espesor (cm)	RT	Resistencia térmica ($m^2 \cdot K/W$)			
ρ	Densidad (kg/m^3)	Cp	Calor específico ($J/(kg \cdot K)$)			
λ	Conductividad térmica ($W/(m \cdot K)$)	μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua ()			

4 Anexo del cumplimiento DB-HE1 del 2013

ÍNDICE

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.	2
1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.	2
1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.	2
1.3.- Resultados mensuales.	2
1.3.1.- Balance energético anual del edificio.	2
1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.	4
1.3.3.- Evolución de la temperatura.	5
1.3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.	6
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	8
2.1.- Zonificación climática	8
2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.	8
2.2.1.- Agrupaciones de recintos.	8
2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.	9
2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.	10
2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.	10
2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.	13
2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.	14
2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.	15

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.

1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.

$$D_{cal,edificio} = 14.22 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$D_{cal,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

$D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$D_{cal,base}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m²·año).

$F_{cal,sup}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.

S : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 422.17 m².

$$D_{ref,edificio} = 14.48 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{ref,lim} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$D_{ref,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

$D_{ref,lim}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	$D_{cal,base}$ (kWh/(m ² ·a))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ (kWh/(m ² ·año))	D_{ref} (kWh/año)	$D_{ref,lim}$ (kWh/(m ² ·año))
Vivienda unifamiliar	422.17	6005.3	14.2	0	15.0	6113.7	14.5
	422.17	6005.3	14.2	0	15.0	6113.7	14.5

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

$D_{cal,base}$: Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 15 kWh/(m²·año).

$F_{cal,sup}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 0.

$D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

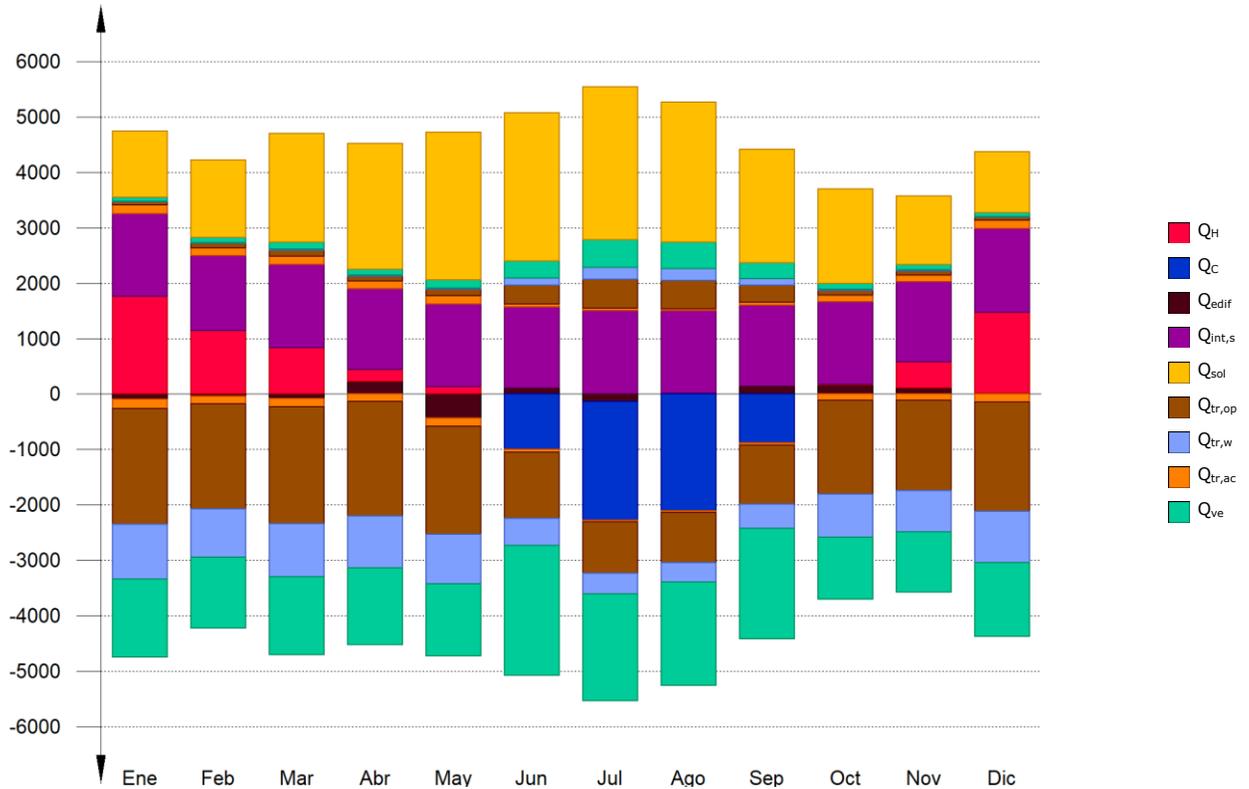
$D_{ref,lim}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

1.3.- Resultados mensuales.

1.3.1.- Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$, respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{tr,ac}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

Energía (kWh/mes)



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m ² -a))	
Balance energético anual del edificio.														
$Q_{tr,op}$	52.9	79.6	106.7	86.8	120.1	338.6	521.7	508.7	313.1	92.7	83.6	57.5	-17099.9	-40.5
$Q_{tr,w}$	-2090.5	-1892.2	-2099.8	-2060.0	-1947.4	-1190.9	-923.2	-900.9	-1060.1	-1694.7	-1630.2	-1971.9	-7986.5	-18.9
$Q_{tr,ac}$	5.1	11.9	19.3	14.5	19.6	126.2	218.9	215.8	119.5	17.4	17.2	7.5		
Q_{ve}	-990.3	-878.7	-967.8	-943.3	-896.4	-493.3	-369.0	-356.2	-439.2	-771.9	-747.1	-926.2		
$Q_{int,s}$	163.9	139.5	151.0	137.8	145.8	54.5	41.2	33.4	49.2	113.1	113.9	148.0		
Q_{sol}	-163.9	-139.5	-151.0	-137.8	-145.8	-54.5	-41.2	-33.4	-49.2	-113.1	-113.9	-148.0		
Q_{edif}	76.3	102.5	127.4	108.1	148.0	312.2	496.1	472.1	284.0	110.1	95.1	77.4	-16016.6	-37.9
Q_H	-1404.1	-1272.2	-1400.9	-1379.3	-1301.1	-2342.7	-1934.6	-1868.1	-1991.6	-1121.8	-1084.9	-1324.5		
Q_c	1503.6	1365.1	1512.7	1466.5	1503.6	1466.5	1512.7	1503.6	1475.6	1503.6	1457.5	1521.7	17682.1	41.9
$Q_{tr,ac}$	-9.4	-8.5	-9.4	-9.1	-9.4	-9.1	-9.4	-9.4	-9.2	-9.4	-9.1	-9.5		
Q_{ve}	1206.9	1407.4	1988.4	2299.7	2705.3	2707.1	2791.2	2553.0	2070.2	1724.1	1253.8	1108.6	23529.2	55.7
Q_{edif}	-14.6	-17.0	-24.0	-27.7	-32.5	-32.5	-33.5	-30.6	-24.9	-20.8	-15.1	-13.4		
Q_{edif}	-93.1	-39.1	-84.5	226.6	-437.8	113.9	-131.3	15.3	137.7	166.7	106.9	18.6		
Q_H	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	--	--	--	--	3.9	472.2	1454.2	6005.3	14.2
Q_c	--	--	--	--	--	-995.9	-2139.5	-2103.3	-875.0	--	--	--	-6113.7	-14.5
Q_{HC}	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	995.9	2139.5	2103.3	875.0	3.9	472.2	1454.2	12118.9	28.7

donde:

$Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²-año).

$Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).

Q_{ve} : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).

$Q_{int,s}$: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).

Q_{sol} : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).

Q_{edif} : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m²·año).

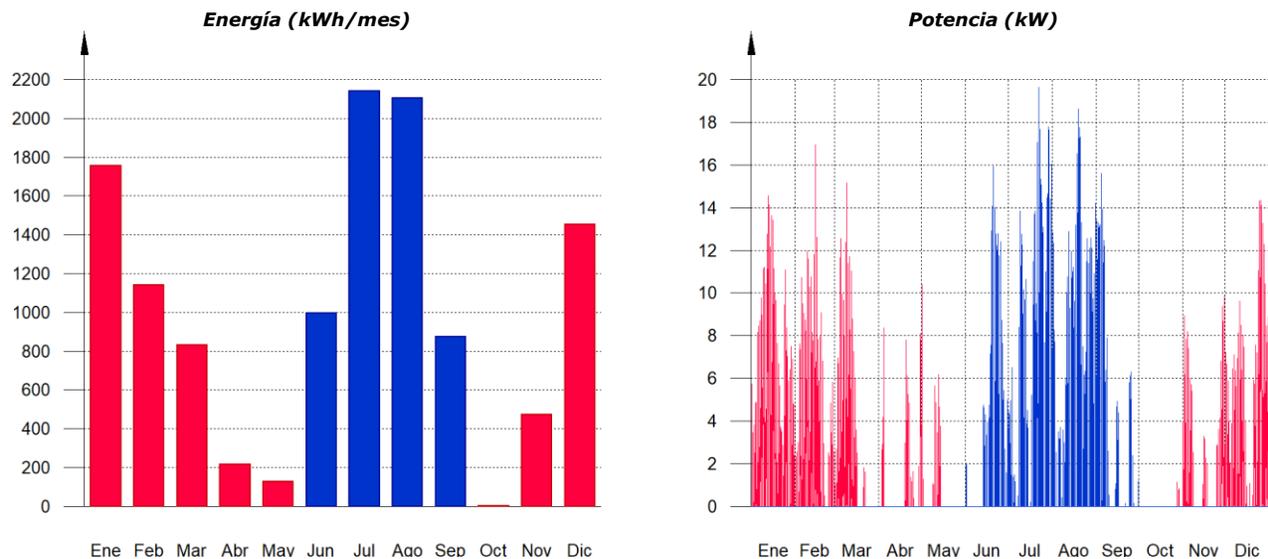
Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).

Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

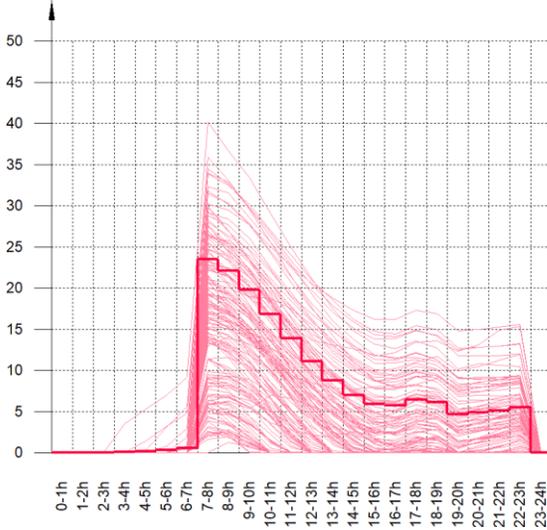
1.3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

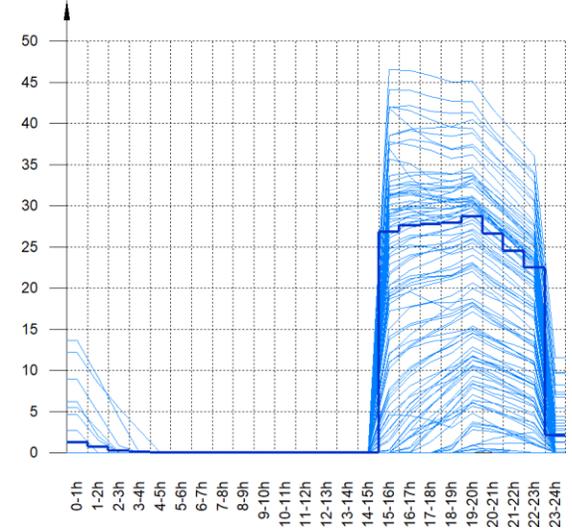


A continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:

Demanda diaria superpuesta de calefacción (W/m²)



Demanda diaria superpuesta de refrigeración (W/m²)



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

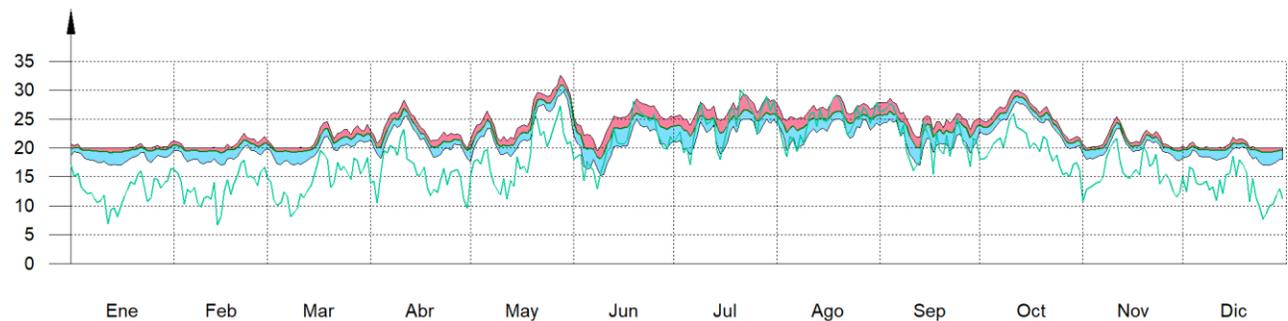
	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m ²)	Demanda típica por día activo (kWh/m ²)
Calefacción	166	143	1505	10	9.45	0.0995
Refrigeración	96	96	756	7	19.16	0.1508

1.3.3.- Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria, en cada zona:

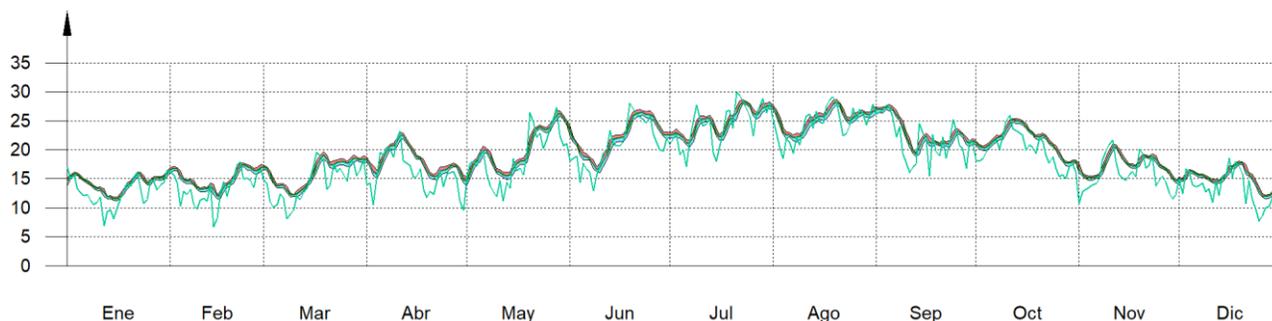
Vivienda unifamiliar

Temperatura (°C)



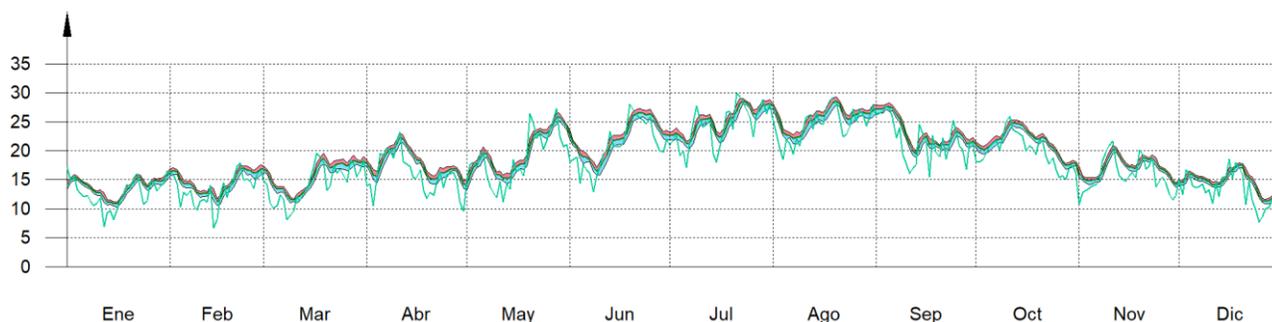
Zona no habitable 1

Temperatura (°C)



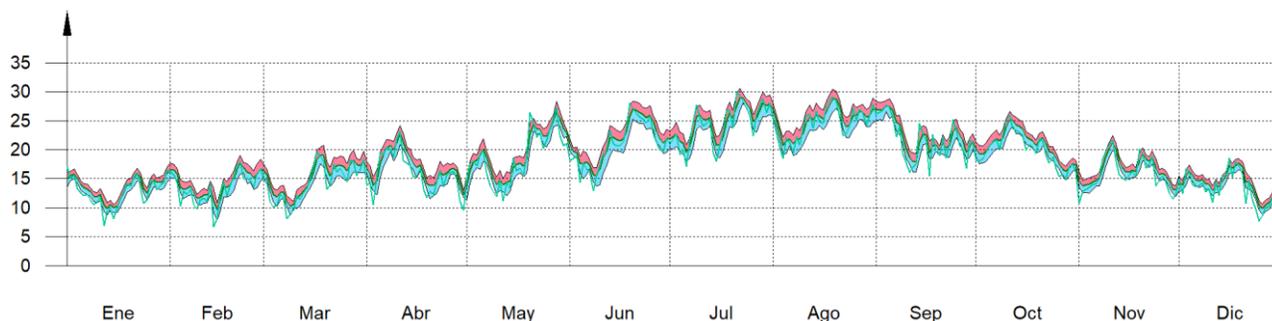
Zona no habitable 2 (Instalaciones)

Temperatura (°C)



Zona no habitable 3

Temperatura (°C)



1.3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total y ganancias solares, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Las ganancias solares e internas muestran los valores de ganancia energética bruta mensual, junto a la pérdida directa debida al calor que escapa de la zona de cálculo a través de los elementos ligeros, conforme al método de cálculo utilizado.

Se muestra también el calor neto mensual almacenado o cedido por la masa térmica de cada zona de cálculo, de balance anual nulo.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar ($A_f = 422.17 \text{ m}^2$; $V = 1095.62 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 1741.93 \text{ m}^2$; $C_m = 136781.050 \text{ kJ/K}$; $A_m = 1359.95 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	2.1	15.7	31.0	22.1	29.1	240.4	402.4	398.9	227.6	29.1	29.4	8.1	-16271.5	-38.5
$Q_{tr,w}$	0.8	6.5	12.9	9.1	11.9	117.8	208.8	206.5	112.2	12.0	12.7	3.4	-7913.2	-18.7
$Q_{tr,ac}$	--	--	--	--	--	2.2	9.7	10.0	4.9	--	--	--	-1126.1	-2.7
Q_{ve}	0.7	6.6	13.4	9.4	11.8	162.2	314.2	303.5	152.3	12.4	13.7	3.3	-14775.8	-35.0
$Q_{int,s}$	1503.6	1365.1	1512.7	1466.5	1503.6	1466.5	1512.7	1503.6	1475.6	1503.6	1457.5	1521.7	17682.1	41.9
Q_{sol}	1160.7	1349.5	1906.3	2203.4	2585.2	2587.6	2661.7	2437.1	1981.9	1653.0	1204.2	1066.3	22512.9	53.3
Q_{edif}	-60.5	-30.5	-71.5	173.2	-342.0	107.7	-80.2	8.6	84.5	128.0	73.5	9.2		
Q_H	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	--	--	--	--	3.9	472.2	1454.2	6005.3	14.2
Q_c	--	--	--	--	--	-995.9	-2139.5	-2103.3	-875.0	--	--	--	-6113.7	-14.5
Q_{HC}	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	995.9	2139.5	2103.3	875.0	3.9	472.2	1454.2	12118.9	28.7

Zona no habitable 1 ($A_f = 11.56 \text{ m}^2$; $V = 30.09 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 78.13 \text{ m}^2$; $C_m = 6146.897 \text{ kJ/K}$; $A_m = 70.66 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	5.2	6.9	8.3	7.1	11.0	12.2	15.6	14.0	10.4	6.8	6.0	5.1	-149.3	-12.9
$Q_{tr,w}$	-18.5	-20.3	-23.5	-26.1	-22.0	-23.0	-20.2	-21.3	-21.4	-22.0	-19.8	-19.8		
$Q_{tr,ac}$	34.6	29.2	31.7	27.8	32.7	11.2	9.3	6.4	9.4	22.7	23.4	30.5	168.3	14.6
Q_{ve}	-9.4	-8.5	-9.4	-10.4	-8.0	-7.4	-6.3	-7.1	-7.5	-8.4	-8.8	-9.5		
Q_{sol}	4.1	5.5	6.6	5.7	8.9	10.0	12.9	11.6	8.6	5.5	4.8	4.1	-125.7	-10.9
Q_{edif}	-15.4	-16.8	-19.5	-21.8	-18.4	-19.0	-16.7	-17.6	-17.7	-18.3	-16.3	-16.4		
Q_{sol}	4.4	5.7	8.4	10.2	13.0	13.2	14.2	12.5	9.2	7.1	4.8	4.0	106.8	9.2
Q_{edif}	-5.0	-1.7	-2.6	7.6	-17.2	2.8	-8.8	1.6	9.0	6.5	5.8	2.0		

Zona no habitable 2 (Instalaciones) ($A_f = 21.49 \text{ m}^2$; $V = 55.95 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 98.22 \text{ m}^2$; $C_m = 8183.705 \text{ kJ/K}$; $A_m = 92.22 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	9.6	11.7	13.8	11.3	17.9	17.7	21.9	19.3	14.6	10.7	9.8	9.0	-202.2	-9.4
$Q_{tr,w}$	-23.7	-27.5	-32.5	-36.4	-30.3	-34.7	-31.7	-33.9	-33.4	-31.5	-27.7	-26.3		
$Q_{tr,ac}$	1.4	1.8	2.1	1.7	2.7	2.7	3.4	3.0	2.2	1.6	1.5	1.3	-31.5	-1.5
Q_{ve}	-3.6	-4.2	-5.0	-5.7	-4.7	-5.4	-4.9	-5.2	-5.2	-4.9	-4.2	-4.0		
Q_{sol}	21.7	17.9	19.1	16.6	19.0	4.8	2.5	1.3	3.7	13.1	13.6	18.9	144.2	6.7
Q_{edif}	--	--	-0.0	-0.0	--	-0.8	-2.4	-3.0	-1.7	-0.0	-0.0	--		
Q_{ve}	9.3	11.3	13.4	11.1	17.6	17.5	21.7	19.1	14.5	10.5	9.5	8.6	-203.0	-9.4
Q_{sol}	-23.5	-27.2	-32.2	-36.4	-30.3	-34.5	-31.5	-33.6	-33.1	-31.5	-27.3	-26.0		
Q_{edif}	16.4	18.9	24.5	26.7	31.4	30.5	33.3	31.1	25.7	22.6	17.2	15.3	292.6	13.6
Q_{edif}	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0		
Q_{edif}	-7.6	-2.5	-3.2	11.2	-23.2	2.1	-12.2	2.0	12.8	9.4	7.9	3.3		

Zona no habitable 3 ($A_f = 58.00 \text{ m}^2$; $V = 150.93 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 238.82 \text{ m}^2$; $C_m = 18586.654 \text{ kJ/K}$; $A_m = 211.47 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	36.0	45.3	53.6	46.3	62.0	68.2	81.7	76.4	60.5	46.2	38.4	35.3	-476.9	-8.2
$Q_{tr,w}$	-72.7	-85.3	-100.4	-108.7	-98.8	-105.4	-102.7	-104.9	-98.5	-93.2	-79.5	-76.8		
$Q_{tr,ac}$	2.8	3.6	4.3	3.7	5.0	5.6	6.7	6.3	5.0	3.7	3.1	2.8	-41.7	-0.7

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))											
	-6.2	-7.2	-8.4	-9.2	-8.3	-8.8	-8.5	-8.7	-8.2	-7.8	-6.7	-6.5		
Q _{tr,ac}	107.6	92.4	100.2	93.4	94.1	36.3	19.7	15.6	31.2	77.3	76.9	98.7	813.6	14.0
	-0.4	-0.4	-0.7	-0.8	-1.8	-3.2	-9.2	-7.6	-3.8	-0.4	-1.1	-0.3		
Q _{ve}	62.2	79.1	93.9	81.8	109.8	122.4	147.3	137.9	108.6	81.7	67.1	61.3	-912.0	-15.7
	-134.5	-156.4	-184.2	-200.6	-182.2	-192.2	-186.5	-190.4	-179.4	-171.6	-145.6	-141.6		
Q _{sol}	25.4	33.3	49.2	59.5	75.8	75.9	82.0	72.3	53.4	41.3	27.6	23.0	617.0	10.6
	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1		
Q _{edif}	-20.1	-4.3	-7.2	34.6	-55.4	1.3	-30.2	3.1	31.4	22.8	19.9	4.1		

donde:

A_r: Superficie útil de la zona térmica, m².

V: Volumen interior neto de la zona térmica, m³.

A_{tot}: Área de todas las superficies que revisten la zona térmica, m².

C_m: Capacidad calorífica interna de la zona térmica calculada conforme a la Norma ISO 13786:2007 (método detallado), kJ/K.

A_m: Superficie efectiva de masa de la zona térmica, conforme a la Norma ISO 13790:2011, m².

Q_{tr,op}: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

Q_{tr,w}: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

Q_{tr,ac}: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).

Q_{ve}: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m²·año).

Q_{int,s}: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m²·año).

Q_{sol}: Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m²·año).

Q_{edif}: Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica de la zona, kWh/(m²·año).

Q_H: Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).

Q_C: Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).

Q_{H+C}: Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **San Roque (provincia de Cádiz)**, con una altura sobre el nivel del mar de **109 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **A3**. La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.

2.2.1.- Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus **condiciones operacionales** conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su **acondicionamiento térmico**, y sus **solicitaciones interiores** debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refig. media (°C)
Vivienda unifamiliar (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Dormitorio ppal	49.09	127.42	1.00	0.63	649.9	709.6	709.6	19.0	26.0
Dormitorio 1	18.80	48.79	1.00	0.63	248.9	271.7	271.7	19.0	26.0
Dormitorio 2	18.49	47.94	1.00	0.63	244.7	267.2	267.2	19.0	26.0
Dormitorio 3	17.59	45.65	1.00	0.63	232.8	254.2	254.2	19.0	26.0
Dormitorio 4	27.97	72.59	1.00	0.63	370.2	404.2	404.2	19.0	26.0
Aseo 1	7.45	19.33	1.00	0.63	98.7	107.7	107.7	19.0	26.0

	S (m ²)	V (m ³)	b_{ve}	ren_h (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	T^o calef. media (°C)	T^o refrig. media (°C)
Aseo 2	7.53	19.52	1.00	0.63	99.7	108.8	108.8	19.0	26.0
Aseo 3	7.57	19.64	1.00	0.63	100.3	109.5	109.5	19.0	26.0
Aseo 4	6.26	16.24	1.00	0.63	82.9	90.5	90.5	19.0	26.0
Cocina	40.59	105.36	1.00	0.63	537.4	586.7	586.7	19.0	26.0
Pasillo	48.23	125.19	1.00	0.63	638.5	697.2	697.2	19.0	26.0
Despacho	22.95	59.58	1.00	0.63	303.9	331.8	331.8	19.0	26.0
Salon-comedor-hall	149.64	388.38	1.00	0.63	1981.0	2162.9	2162.9	19.0	26.0
	422.17	1095.62	1.00	0.63/1.027[*]/4^{**}	5588.8	6102.1	6102.1	19.0	26.0

Zona no habitable 1 (Zona no habitable)

Lavandería	5.80	15.10	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
Almacén	5.76	14.99	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
	11.56	30.09	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0		

Zona no habitable 2 (Instalaciones) (Zona no habitable)

Instalaciones	21.49	55.95	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
	21.49	55.95	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0		

Zona no habitable 3 (Zona no habitable)

Aparcamiento	52.02	135.40	1.00	3.00	--	--	--	Oscilación libre	
Pasillo 2	5.98	15.52	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
	58.00	150.93	1.00	2.79	0.0	0.0	0.0		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

b_{ve}: Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación. En caso de disponer de una unidad de recuperación de calor, el factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación para el caudal de aire procedente de la unidad de recuperación es igual a b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} · η_{hrv}), donde η_{hrv} es el rendimiento de la unidad de recuperación y f_{ve,frac} es la fracción del caudal de aire total que circula a través del recuperador.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas y los periodos de 'free cooling'.

** : Valor nominal del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable en régimen de 'free cooling' (ventilación natural nocturna en las noches de verano).

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{equip}: Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.

T^o calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.

T^o refrig. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

T^o refrig. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

T^o refrig. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.

Los perfiles de uso utilizados en el cálculo del edificio, obtenidos del Apéndice C de CTE DB HE 1, son los siguientes:

		Distribución horaria																								
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Perfil: Residencial (uso residencial)																										
Temp. Consigna Alta (°C)																										
Enero a Mayo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre		27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																										
Enero a Mayo		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)																										
Laboral		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																										
Laboral		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
Equipos (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2	
Ventilación verano																										
Laboral, Sábado y Festivo		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación invierno																										
Laboral, Sábado y Festivo		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones correspondiente al mínimo exigido por CTE DB HS 3.

2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.

2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-26.2 kWh/(m²·año)) supone el **45.7%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-57.3 kWh/(m²·año)).

	Tipo	S (m²)	χ (kJ/(m²·K))	U (W/(m²·K))	ΣQ _{tr} (kWh/año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh/año)
Vivienda unifamiliar										
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4.22	88.85	0.28	-48.8	0.4	V	O(-90)	1.00	11.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		19.34	88.85	0.28	-223.8	0.4	V	S(180)	1.00	73.3
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4.60	88.85	0.28	-53.2	0.4	V	N(0)	1.00	2.3
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		11.70	88.85	0.28	-135.3	0.4	V	E(90)	0.51	16.6
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		57.87	28.82							
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		57.87	87.73							
Losa de cimentación		422.18	133.19	0.07	-1332.0					

	Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		374.87	53.79	0.30	-4736.4	0.6	H		1.00	3462.4
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO		11.85	90.45							
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		38.19	89.08							
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO		11.85	90.52							
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		38.19	91.38							
Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		47.31	52.42	0.30	-597.8	0.6	H		1.00	437.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8.97	88.85	0.28	-103.8	0.4	V	S(180)	0.48	16.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		11.58	88.85	0.28	-133.9	0.4	V	E(90)	1.00	32.5
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4.17	88.85	0.28	-48.3	0.4	V	N(0)	0.81	1.7
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		35.36	88.85	0.28	-409.1	0.4	V	S(-179.93)	1.00	134.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		28.98	88.85	0.28	-335.2	0.4	V	N(0)	0.61	8.8
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2.15	88.85	0.28	-24.9	0.4	V	O(-89.94)	0.17	1.0
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		1.47	90.49							
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		10.71	90.49	0.45	-136.2					<i>Hacia 'Zona no habitable 2 (Instalaciones)'</i>
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		58.01	88.78							
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10.72	88.85	0.28	-124.0	0.4	V	O(-90)	0.51	15.4
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10.66	88.85	0.28	-123.3	0.4	V	E(90)	0.51	15.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10.66	88.85	0.28	-123.3	0.4	V	O(-90)	0.51	15.4
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		1.13	88.85	0.28	-13.1	0.4	V	E(89.61)	0.17	0.5
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		0.97	88.85	0.28	-11.3	0.4	V	O(-90)	0.98	2.7
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		14.41	88.85	0.28	-166.7	0.4	V	S(180)	0.15	8.3
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6.19	88.85	0.28	-71.6	0.4	V	E(90)	0.17	2.9
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		58.01	91.69							
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		66.42	88.85	0.28	-768.4	0.4	V	S(180)	0.58	145.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		16.82	88.85	0.28	-194.6	0.4	V	O(-90)	0.17	8.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2.86	88.85	0.28	-33.0	0.4	V	E(90)	0.59	4.8
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		8.97	88.85	0.28	-103.8	0.4	V	N(0)	0.80	3.6
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		3.73	88.85	0.28	-43.2	0.4	V	S(180)	0.37	5.2
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2.77	88.85	0.28	-32.0	0.4	V	E(90)	0.65	5.0
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		2.25	88.85	0.28	-26.0	0.4	V	O(-90.01)	0.17	1.1
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		0.80	90.49	0.45	-9.6					<i>Hacia 'Zona no habitable 1'</i>
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		6.22	91.69	0.33	-66.7					<i>Hacia 'Zona no habitable 3'</i>
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		5.14	89.08	1.02	-142.6					<i>Hacia 'Zona no habitable 1'</i>
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		5.95	28.82	0.80	-153.5					<i>Hacia 'Zona no habitable 3'</i>
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		16.90	87.73	0.80	-436.3					<i>Hacia 'Zona no habitable 3'</i>
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		10.18	89.08	1.02	-438.7					

	Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ_{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ_{sol} (kWh /año)
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		0.89	87.73	0.80	-19.0					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		12.91	83.78	1.09	-589.2					
					-11044.7	-963.8*				4432.2

Zona no habitable 1

Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		11.85	90.49	0.45	-8.0					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		12.27	91.38	1.02	-68.0					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		6.80	28.82							
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		8.84	87.73	0.80	-92.4					
Losa de cimentación		11.56	104.96	0.07	-11.4					
Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		11.56	52.42	0.30	-45.5	0.6	H		1.00	106.8
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		0.80	90.49	0.45	9.6					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		5.14	91.38	1.02	142.6					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		6.80	87.73							
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		0.89	28.82	0.80	19.0					
					-149.3	+95.3*				106.8

Zona no habitable 2 (Instalaciones)

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		17.10	88.85	0.28	-55.5	0.4	V	S(179.87)	1.00	64.9
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		10.69	88.85	0.28	-34.7	0.4	V	E(90)	1.00	30.0
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		11.85	90.49	0.45	8.0					
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		3.22	90.49	0.45	-16.9					
Tabique de dos hojas, para revestir ACUSTICO fino		10.71	90.49	0.45	136.2					
Losa de cimentación		21.50	104.96	0.07	-19.0					
Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		21.50	52.42	0.30	-75.9	0.6	H		1.00	198.5
					-202.2	+144.2*				293.5

Zona no habitable 3

Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		26.14	88.85	0.28	-56.6	0.4	V	E(90)	1.00	73.4
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		6.22	88.78	0.33	66.7					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		12.27	89.08	1.02	68.0					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		11.56	91.38	1.02	-93.3					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		4.87	91.38							
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		5.95	87.73	0.80	153.5					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		16.90	28.82	0.80	436.3					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		3.03	28.82	0.80	-19.0					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		0.78	28.82							
Losa de cimentación		52.02	104.96	0.07	-30.7					
Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		52.02	52.42	0.30	-122.6	0.6	H		1.00	480.5

	Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Fachada para revestir con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		3.37	88.85	0.28	-7.3	0.4	V	E(89.92)	1.00	9.4
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE		6.94	91.69	0.33	-18.0					
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		4.87	89.08							
Tabique de dos hojas, para revestir CAMARA DE AIRE fino		12.67	89.08	1.02	-102.3					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		1.48	87.73	0.80	-9.3					
Tabique de una hoja, para revestir DE DISTRIBUCIÓN		0.78	87.73							
Losa de cimentación		5.98	133.19	0.07	-3.5					
Cubierta plana no transitable, no ventilada, ajardinada, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Losa maciza)		5.98	53.79	0.30	-14.1	0.6	H		1.00	55.2
					-476.9	+724.4*				618.6

donde:

S: Superficie del elemento.

χ: Capacidad calorífica por superficie del elemento.

U: Transmitancia térmica del elemento.

Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

*: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.

α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

I.: Inclinación de la superficie (elevación).

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

F_{sh,o}: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.

Q_{sol}: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-18.7 kWh/(m²·año)) supone el **32.7%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-57.3 kWh/(m²·año)).

	Tipo	S (m ²)	U _g (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _f (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Vivienda unifamiliar													
Hi finity motorizada		39.60	0.90	0.16	1.00	-1453.2	0.45	0.4	V	O(-90)	0.06	1.00	938.3
Hi finity motorizada		15.95	0.90	0.19	1.00	-587.6	0.45	0.4	V	N(0)	0.06	1.00	159.1
REYNAERS CS 77		6.60	0.90	0.22	1.00	-243.9	0.50	0.4	V	N(0)	1.00	0.90	1022.2
REYNAERS CS 77		5.50	0.90	0.25	1.00	-203.9	0.50	0.4	V	O(-89.94)	0.87	0.45	782.2
Hi finity motorizada		11.00	0.90	0.16	1.00	-403.7	0.45	0.4	V	O(-90)	0.06	0.96	250.0
REYNAERS CS 77		22.00	0.90	0.16	1.00	-807.4	0.50	0.4	V	E(90)	0.91	0.45	3677.9
REYNAERS CS 77		16.50	0.90	0.14	1.00	-604.2	0.50	0.4	V	N(0)	1.00	0.90	2826.8
REYNAERS CS 77		11.00	0.90	0.25	1.00	-407.8	0.50	0.4	V	N(0)	1.00	0.90	1636.8
Hi finity motorizada		5.50	0.90	0.25	1.00	-203.9	0.45	0.4	V	S(180)	0.04	0.35	40.7
REYNAERS CS 77		1.49	0.90			-53.5	0.50	0.6	V	E(90)	0.04	0.69	20.3
Hi finity motorizada		5.50	0.90	0.25	1.00	-203.9	0.45	0.4	V	E(90)	0.06	1.00	121.5
Puerta de entrada a la vivienda, acorazada		6.00		1.00	3.00	-721.2		0.8	V	E(90)	0.00	0.81	372.3
REYNAERS CS 77		16.50	0.90	0.14	1.00	-604.2	0.50	0.4	V	S(180)	0.82	0.38	2680.9
REYNAERS CS 77		11.00	0.90	0.16	1.00	-403.7	0.50	0.4	V	O(-90)	0.91	0.45	1838.9
REYNAERS CS 77		11.00	0.90	0.16	1.00	-403.7	0.50	0.4	V	N(0)	0.06	0.89	112.3
Hi finity motorizada		5.50	0.90	0.25	1.00	-203.9	0.45	0.4	V	N(0)	0.06	0.88	45.6
REYNAERS CS 77		11.00	0.90	0.16	1.00	-403.7	0.50	0.4	V	O(-90.01)	0.91	0.45	1838.9
Puerta de paso interior, de madera		1.65		1.00	1.64	-73.0	Hacia 'Zona no habitable 1'						

	Tipo	S (m ²)	U _g (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _f (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	1.64	-89.2							
							-7913.2	-162.2*					18364.7

Zona no habitable 1

Puerta de paso interior, de madera		1.65		1.00	1.64	73.0							
							0	+73.0*					

Zona no habitable 2 (Instalaciones)

Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	1.64	-31.5							
							-31.5						

Zona no habitable 3

Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	1.64	-20.9							
Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	1.64	89.2							Desde 'Vivienda unifamiliar'
Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	1.64	-20.9							
							-41.7	+89.2*					

donde:

S: Superficie del elemento.

U_g: Transmitancia térmica de la parte translúcida.

F_F: Fracción de parte opaca del elemento ligero.

U_f: Transmitancia térmica de la parte opaca.

Q_{tr}: Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.

*: Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.

g_{gl}: Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.

α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.

I.: Inclinación de la superficie (elevación).

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).

F_{sh,gl}: Valor medio anual del factor reductor de sombreado para dispositivos de sombra móviles.

F_{sh,o}: Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.

Q_{sol}: Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-12.4 kWh/(m²·año)) supone el **21.6%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-57.3 kWh/(m²·año)).

Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-38.5 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el **32.1%**.

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)
Vivienda unifamiliar				
Esquina saliente		33.73	0.112	-158.8
Esquina entrante		93.43	-0.160	630.0
Suelo en contacto con el terreno		194.00	0.500	-4080.5

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)
Cubierta plana		194.07	0.200	-1632.8
Esquina saliente		2.60	0.081	-8.8
Esquina entrante		2.60	-0.221	24.2
				-5226.8

donde:

L : Longitud del puente térmico lineal.

ψ : Transmitancia térmica lineal del puente térmico.

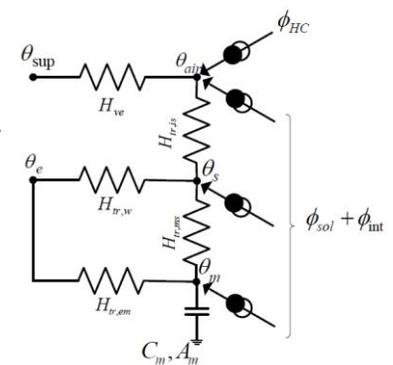
n : Número de puentes térmicos puntuales.

X : Transmitancia térmica puntual del puente térmico.

Q_{tr} : Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire interior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.



La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

5 Anexo de cargas térmicas completas

ÍNDICE

1.- PARÁMETROS GENERALES.....	2
2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.....	2
2.1.- Refrigeración.....	2
2.2.- Calefacción.....	12
3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.....	27
4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS.....	27



1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: San Roque
Latitud (grados): 36.22 grados
Altitud sobre el nivel del mar: 109 m
Percentil para verano: 5.0 %
Temperatura seca verano: 33.10 °C
Temperatura húmeda verano: 22.60 °C
Oscilación media diaria: 14 °C
Oscilación media anual: 35.5 °C
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 2.10 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 7.2 m/s
Temperatura del terreno: 6.70 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %

2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

2.1.- Refrigeración



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Dormitorio ppal (Dormitorio)		Casa							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 32.0 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 22.3 °C					
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)		
	Fachada	O	1.9	0.27	238	Claro	26.0		1.07
	Fachada	S	20.0	0.27	238	Claro	26.3		12.53
	Fachada	N	2.6	0.27	238	Claro	25.7		1.21
	Fachada	E	12.1	0.27	238	Claro	26.9		9.70
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)				
1	O	8.3	0.91	0.03	20.9			172.75	
1	N	9.3	0.92	0.03	8.0			74.89	
Cubiertas									
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
	Azotea	49.1	0.30	1404	Intermedio	32.9		129.31	
							Total estructural	401.46	
Ocupantes									
	Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)					
	Sentado o en reposo	2	34.89	34.06			34.89	68.13	
Iluminación									
	Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
	Incandescente	216.02	0.62					133.50	
Instalaciones y otras cargas									245.47
Cargas interiores							34.89	447.10	
Cargas interiores totales								481.99	
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	25.46
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.96							Cargas internas totales	34.89	874.02
							Potencia térmica interna total	908.91	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m ³ /h)									
132.6							403.51	342.24	
Cargas de ventilación							403.51	342.24	
Potencia térmica de ventilación total								745.76	
Potencia térmica							438.40	1216.26	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 49.1 m ²							33.7 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1654.7 W	



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Dormitorio 1 (Dormitorio)		Casa				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 32.0 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 22.3 °C			
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio					C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)	
Azotea	18.8	0.30	1404	Intermedio	32.9	49.49
					Total estructural	49.49
Ocupantes						
Actividad		Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)		
Sentado o en reposo		2	34.89	34.06		
					34.89	68.13
Iluminación						
		Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación		
		Incandescente	82.72	0.62		
						51.12
Instalaciones y otras cargas						
					Cargas interiores	34.89
					Cargas interiores totales	248.13
Cargas debidas a la propia instalación					3.0 %	7.88
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.89					Cargas internas totales	34.89
					Potencia térmica interna total	305.51
Ventilación						
					Caudal de ventilación total (m ³ /h)	
					50.8	
					Cargas de ventilación	154.51
					131.05	
					Potencia térmica de ventilación total	285.56
					Potencia térmica	189.40
					401.67	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 18.8 m ²					31.4 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 591.1 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Dormitorio 2 (Dormitorio)		Casa				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 32.0 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 22.3 °C			
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio					C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)	
Azotea	18.5	0.30	1406	Intermedio	32.9	48.52
					Total estructural	48.52
Ocupantes						
Actividad		Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)		
Sentado o en reposo		2	34.89	34.06		34.89 68.13
Iluminación						
		Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación		
		Incandescente	81.34	0.62		50.27
Instalaciones y otras cargas						
					Cargas interiores	34.89 210.83
					Cargas interiores totales	245.72
Cargas debidas a la propia instalación					3.0 %	7.78
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.88					Cargas internas totales	34.89 267.13
					Potencia térmica interna total	302.02
Ventilación						
					Caudal de ventilación total (m ³ /h)	
					49.9	151.94 128.87
					Cargas de ventilación	151.94 128.87
					Potencia térmica de ventilación total	280.81
					Potencia térmica	186.83 396.00
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 18.5 m ²					31.5 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 582.8 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Dormitorio 3 (Dormitorio)		Casa							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 32.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 22.3 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores									
	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)		
	Fachada	S	9.3	0.27	238	Claro	26.1		5.43
	Fachada	E	11.3	0.27	238	Claro	28.1		12.73
Ventanas exteriores									
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)			
	1	N	6.6	0.92	0.03	8.0			53.01
Cubiertas									
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
	Azotea	17.6	0.30	1404	Intermedio	32.9			46.30
								Total estructural	117.47
Ocupantes									
	Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)					
	Sentado o en reposo	2	34.89	34.06				34.89	68.13
Iluminación									
	Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
	Incandescente	77.39	0.62						47.82
Instalaciones y otras cargas									
								Cargas interiores	34.89
								Cargas interiores totales	238.78
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	9.64
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.90								Cargas internas totales	34.89
								Potencia térmica interna total	365.89
Ventilación									
								Caudal de ventilación total (m ³ /h)	
								47.5	144.55
								Cargas de ventilación	144.55
								Potencia térmica de ventilación total	122.60
								Potencia térmica	179.44
								Potencia térmica	453.61
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 17.6 m ² 36.0 W/m ²								POTENCIA TÉRMICA TOTAL :	633.1 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Dormitorio 4 (Dormitorio)		Casa							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 32.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 22.3 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores									
	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)		
	Fachada	N	6.8	0.27	238	Claro	25.5		2.71
	Fachada	S	36.6	0.27	238	Claro	26.3		22.90
	Fachada	O	2.4	0.27	238	Claro	25.5		0.99
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)				
1	O	9.3	0.92	0.03	20.7				194.01
1	N	6.6	0.92	0.45	18.5				121.96
1	O	5.5	0.93	0.43	18.1				99.41
Cubiertas									
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
	Azotea	28.0	0.30	1404	Intermedio	32.9			73.66
Cerramientos interiores									
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Teq. (°C)				
	Pared interior	11.1	0.45	231	24.7				3.30
								Total estructural	518.94
Ocupantes									
	Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)					
	Sentado o en reposo	2	34.89	34.06				34.89	68.13
Iluminación									
	Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
	Incandescente	123.05	0.62						76.05
Instalaciones y otras cargas									
								Cargas interiores	34.89
								Cargas interiores totales	318.89
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	24.09
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.96								Cargas internas totales	34.89
								Potencia térmica interna total	861.92
Ventilación									
								Caudal de ventilación total (m ³ /h)	
								75.5	229.86
								Cargas de ventilación	194.95
								Potencia térmica de ventilación total	424.81
								Potencia térmica	1021.99
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 28.0 m ²								46.0 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1286.7 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Cocina (Cocina)		Casa							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 32.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 22.3 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores									
	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)		
	Fachada	S	10.1	0.27	238	Claro	25.6		4.53
	Fachada	E	3.4	0.27	238	Claro	25.8		1.65
	Fachada	N	2.7	0.27	238	Claro	25.4		1.08
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)				
1	O	11.0	0.92	0.03	20.8				229.17
1	E	11.0	0.92	0.48	19.8				217.76
1	N	8.3	0.91	0.49	19.6				161.35
Cubiertas									
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
	Azotea	40.6	0.30	1404	Intermedio	32.9			106.91
Total estructural									722.45
Ocupantes									
	Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)					
	Sentado o de pie	2	72.11	37.59				72.11	75.18
Iluminación									
	Tipo	Potencia (W)	Coef. Iluminación						
	Incandescente	730.65	0.62						451.54
Instalaciones y otras cargas									
								162.37	649.46
Cargas interiores								234.47	1176.18
Cargas interiores totales									1410.65
Cargas debidas a la propia instalación									
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.89								3.0 %	56.96
Cargas internas totales								234.47	1955.59
Potencia térmica interna total									2190.06
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m ³ /h)									
292.3								889.67	377.29
Cargas de ventilación								889.67	377.29
Potencia térmica de ventilación total									1266.95
Potencia térmica								1124.14	2332.88
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 40.6 m ² 85.2 W/m ²								POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 3457.0 W	



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
Pasillo (Pasillo / Distribuidor)		Casa								
Condiciones de proyecto										
Internas				Externas						
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 32.0 °C						
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 22.3 °C						
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores										
	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
	Fachada	N	11.6	0.27	238	Claro	25.4		4.61	
	Fachada	S	68.9	0.27	238	Claro	25.9		36.75	
	Fachada	O	14.0	0.27	238	Claro	25.4		5.40	
	Fachada	E	3.0	0.27	238	Claro	27.4		2.84	
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² .K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)					
2	N	11.0	0.93	0.43	18.2				200.07	
1	S	5.5	0.93	0.03	8.0				44.26	
1	E	1.5	0.90	0.03	8.9				13.29	
Cubiertas										
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)				
	Azotea	48.2	0.30	1404	Intermedio	32.9			127.04	
								Total estructural	434.25	
Iluminación										
	Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
	Incandescente	212.23	0.62							131.16
								Cargas interiores	131.16	
								Cargas interiores totales	131.16	
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	16.96	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 1.00								Cargas internas totales	0.00	582.38
								Potencia térmica interna total	582.38	
Ventilación										
								Caudal de ventilación total (m ³ /h)		
								130.2	396.45	168.12
								Cargas de ventilación	396.45	168.12
								Potencia térmica de ventilación total	564.57	
								Potencia térmica	396.45	750.50
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 48.2 m ²								23.8 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :	1146.9 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
Despacho (Salón / Comedor)		Casa								
Condiciones de proyecto										
Internas				Externas						
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 27.3 °C						
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 21.2 °C						
Cargas de refrigeración a las 23h (21 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores										
	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
	Fachada	N	9.3	0.27	238	Claro	27.7		9.53	
	Fachada	S	3.9	0.27	238	Claro	27.9		4.16	
	Fachada	E	1.0	0.27	238	Claro	29.4		1.53	
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² .K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)					
1	E	5.5	0.93	0.03	3.8				20.69	
Cubiertas										
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)				
	Azotea	23.0	0.30	1404	Intermedio	32.9			60.45	
Total estructural									96.36	
Ocupantes										
	Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
	Sentado o en reposo	6	34.89	63.63				209.34	381.79	
Iluminación										
	Tipo	Potencia (W)	Coef. Iluminación							
	Incandescente	459.06	0.55						250.65	
Instalaciones y otras cargas										
Cargas interiores								209.34	689.82	
Cargas interiores totales									899.16	
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	23.59	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.79								Cargas internas totales	209.34	809.77
Potencia térmica interna total									1019.11	
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m ³ /h)										
64.8								215.12	69.49	
Cargas de ventilación								215.12	69.49	
Potencia térmica de ventilación total									284.61	
Potencia térmica								424.46	879.26	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 23.0 m ² 56.8 W/m ²								POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1303.7 W		

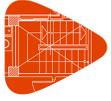


Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
Salon-comedor-hall (Salón / Comedor)		Casa								
Condiciones de proyecto										
Internas					Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 32.0 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 22.3 °C					
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores										
	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
	Fachada	S	5.4	0.27	238	Claro	25.7		2.47	
	Fachada	O	10.1	0.27	238	Claro	25.7		4.63	
	Fachada	E	6.9	0.27	238	Claro	26.4		4.48	
	Fachada	N	14.9	0.27	238	Claro	25.4		5.89	
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² .K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)					
2	S	16.5	0.91	0.49	19.6				322.70	
2	O	22.0	0.92	0.48	19.3				424.35	
1	E	11.0	0.92	0.48	19.5				214.42	
1	N	8.3	0.91	0.49	19.6				161.35	
2	O	22.0	0.92	0.03	20.8				458.34	
2	N	16.5	0.92	0.03	8.1				133.06	
Puertas exteriores										
	Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Teq. (°C)				
	1	Opaca	E	6.0	3.00	32.0			143.16	
Cubiertas										
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)				
	Azotea	149.6	0.30	1404	Intermedio	32.9			394.04	
Cerramientos interiores										
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Teq. (°C)					
	Pared interior	5.0	0.33	235	24.7				1.08	
	Pared interior	16.5	1.03	233	24.9				15.16	
	Pared interior	25.1	0.80	141	26.1				41.11	
	Pared interior	13.5	1.09	199	25.3				18.41	
	Hueco interior	3.3	1.64		28.0				21.60	
Total estructural									2366.27	
Ocupantes										
	Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
	Sentado o en reposo	6	34.89	32.94				104.67	197.64	
Iluminación										
	Tipo	Potencia (W)	Coef. Iluminación							
	Incandescente	2992.83	0.62						1849.57	
Instalaciones y otras cargas										
									748.21	
Cargas interiores								104.67	2795.42	
Cargas interiores totales									2900.09	
Cargas debidas a la propia instalación										
								3.0 %	154.85	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.98								Cargas internas totales	104.67	5316.53
								Potencia térmica interna total	5421.20	
Ventilación										
								Caudal de ventilación total (m ³ /h)		
								404.0	1229.92	1043.16
								Cargas de ventilación	1229.92	1043.16
								Potencia térmica de ventilación total	2273.08	
								Potencia térmica	1334.59	6359.70
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 149.6 m ²								51.4 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 7694.3 W	



2.2.- Calefacción



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Dormitorio ppal (Dormitorio)		Casa						
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %					
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE		
						(W)		
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Fachada	O	1.9	0.27	238	Claro		10.89	
Fachada	S	20.0	0.27	238	Claro		103.76	
Fachada	N	2.6	0.27	238	Claro		15.86	
Fachada	E	12.1	0.27	238	Claro		69.02	
Ventanas exteriores								
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))				
	1	O	8.3	0.91			156.74	
	1	N	9.3	0.92			194.58	
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color				
Azotea	49.1	0.30	1404	Intermedio			281.73	
Forjados inferiores								
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)					
Losa de cimentación	49.1	0.07	1639				51.64	
						Total estructural	884.23	
						Cargas interiores totales		
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	44.21	
						Cargas internas totales	928.44	
Ventilación								
						Caudal de ventilación total (m ³ /h)		
						132.6	813.29	
						Potencia térmica de ventilación total	813.29	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 49.1 m ²								
							35.5 W/m ²	
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :							1741.7 W	



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Dormitorio 1 (Dormitorio)		Casa						
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %					
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)		
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Fachada	N	1.2	0.27	238	Claro		7.49	
Cubiertas								
Tipo		Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Azotea		18.8	0.30	1404	Intermedio		107.88	
Forjados inferiores								
Tipo		Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)				
Losa de cimentación		18.8	0.07	1639			19.77	
Total estructural							135.14	
Cargas interiores totales								
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	6.76	
Cargas internas totales							141.89	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m ³ /h)								
						50.8	311.42	
Potencia térmica de ventilación total							311.42	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 18.8 m ²		24.1 W/m ²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			453.3 W	



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
Dormitorio 2 (Dormitorio)		Casa					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Fachada	N	1.2	0.27	238	Claro	7.41	
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Azotea	18.5	0.30	1406	Intermedio		105.76	
Forjados inferiores							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)				
Losa de cimentación	18.5	0.07	1639			19.44	
Total estructural						132.61	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso					5.0 %	6.63	
Cargas internas totales						139.24	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m ³ /h)							
						49.9	
Potencia térmica de ventilación total						306.24	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 18.5 m ²		24.1 W/m ²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			445.5 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
Dormitorio 3 (Dormitorio)		Casa					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Fachada	N	1.5	0.27	238	Claro	9.16	
Fachada	S	9.3	0.27	238	Claro	48.12	
Fachada	E	11.3	0.27	238	Claro	64.52	
Ventanas exteriores							
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))			
	1	N	6.6	0.92		138.04	
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Azotea	17.6	0.30	1404	Intermedio		100.93	
Forjados inferiores							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)				
Losa de cimentación	17.6	0.07	1639			18.50	
Total estructural						379.26	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso					5.0 %	18.96	
Cargas internas totales						398.23	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m ³ /h)							
						47.5	
Potencia térmica de ventilación total						291.35	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 17.6 m ²			39.2 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			689.6 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Dormitorio 4 (Dormitorio)		Casa				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	
Fachada	O	3.5	0.27	238	Claro	19.90
Fachada	N	6.8	0.27	238	Claro	42.25
Fachada	S	36.6	0.27	238	Claro	189.69
Ventanas exteriores						
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))		
	1	O	9.3	0.92		178.37
	1	N	6.6	0.92		138.04
	1	O	5.5	0.93		105.80
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Azotea	28.0	0.30	1404	Intermedio		160.49
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)			
Losa de cimentación	28.0	0.07	1639			29.41
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)			
Pared interior	11.1	0.45	231			46.60
Total estructural						910.55
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso					5.0 %	45.53
Cargas internas totales						956.07
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m ³ /h)						
75.5						463.28
Potencia térmica de ventilación total						463.28
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 28.0 m ²		50.8 W/m ²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1419.4 W		



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Aseo 1 (Baño / Aseo)		Casa						
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %					
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)		
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Fachada	O	11.1	0.27	238	Claro		63.23	
Fachada	N	0.7	0.27	238	Claro		4.10	
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color				
Azotea	7.5	0.30	1406	Intermedio			42.64	
Forjados inferiores								
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)					
Losa de cimentación	7.5	0.07	1639				7.84	
Total estructural							117.81	
Cargas interiores totales								
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	5.89	
Cargas internas totales							123.70	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m ³ /h)								
						54.0	165.66	
Potencia térmica de ventilación total							165.66	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.5 m ²		38.8 W/m ²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		289.4 W		



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
Aseo 2 (Baño / Aseo)		Casa					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = 2.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %				Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Fachada	N	0.8	0.27	238	Claro		4.95
Fachada	E	11.0	0.27	238	Claro		62.89
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Azotea	7.5	0.30	1406	Intermedio			43.07
Forjados inferiores							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)				
Losa de cimentación	7.5	0.07	1639				7.92
Total estructural							118.83
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	5.94
Cargas internas totales							124.77
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m ³ /h)							
						54.0	165.66
Potencia térmica de ventilación total							165.66
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.5 m ² 38.6 W/m² POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 290.4 W							



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Aseo 3 (Baño / Aseo)		Casa				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color	
Fachada	O	11.0	0.27	238	Claro	62.89
Fachada	N	0.7	0.27	238	Claro	4.10
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Azotea	7.6	0.30	1406	Intermedio		43.33
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² .K))	Peso (kg/m ²)			
Losa de cimentación	7.6	0.07	1639			7.97
Total estructural						118.28
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %
						5.91
Cargas internas totales						124.20
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m ³ /h)						
						54.0
Potencia térmica de ventilación total						165.66
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.6 m ² 38.3 W/m² POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 289.9 W						



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto	Conjunto de recintos					
Aseo 4 (Baño / Aseo)	Casa					
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	
Fachada	E	1.3	0.27	238	Claro	7.69
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Azotea	6.3	0.30	1406	Intermedio		35.83
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)			
Losa de cimentación	6.3	0.07	1639			6.59
Total estructural						50.10
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %
						2.51
Cargas internas totales						52.61
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m ³ /h)						
						54.0
Potencia térmica de ventilación total						165.66
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.3 m ² 34.8 W/m² POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 218.3 W						



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
Cocina (Cocina)		Casa					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = 2.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %				Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Fachada	O	1.6	0.27	238	Claro		9.09
Fachada	S	10.1	0.27	238	Claro		52.26
Fachada	E	3.4	0.27	238	Claro		19.14
Fachada	N	2.7	0.27	238	Claro		16.99
Ventanas exteriores							
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))			
	1	O	11.0	0.92			209.46
	1	E	11.0	0.92			209.46
	1	N	8.3	0.91			170.99
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Azotea	40.6	0.30	1404	Intermedio			232.94
Forjados inferiores							
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)				
Losa de cimentación	40.6	0.07	1639				42.69
Total estructural							963.03
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	48.15
Cargas internas totales							1011.18
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m ³ /h)							
							292.3
Potencia térmica de ventilación total							896.57
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 40.6 m ²		47.0 W/m ²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1907.7 W	



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Pasillo (Pasillo / Distribuidor)		Casa						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = 2.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Fachada	N	11.6	0.27	238	Claro		72.36	
Fachada	S	68.9	0.27	238	Claro		357.32	
Fachada	O	14.0	0.27	238	Claro		79.70	
Fachada	E	3.0	0.27	238	Claro		17.14	
Ventanas exteriores								
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))				
	2	N	11.0	0.93			230.85	
	1	S	5.5	0.93			96.19	
	1	E	1.5	0.90			27.82	
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color				
Azotea	48.2	0.30	1404	Intermedio			276.79	
Forjados inferiores								
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)					
Losa de cimentación	48.2	0.07	1639				50.73	
Total estructural							1208.89	
Cargas interiores totales								
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	60.44	
Cargas internas totales							1269.34	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m ³ /h)								
							130.2	
Potencia térmica de ventilación total							399.53	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 48.2 m ²				34.6 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			1668.9 W



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto	Conjunto de recintos					
Despacho (Salón / Comedor)	Casa					
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	
Fachada	N	9.3	0.27	238	Claro	57.75
Fachada	S	3.9	0.27	238	Claro	20.05
Fachada	E	1.0	0.27	238	Claro	5.95
Ventanas exteriores						
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))		
	1	E	5.5	0.93		105.80
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color		
Azotea	23.0	0.30	1404	Intermedio		131.72
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)			
Losa de cimentación	23.0	0.07	1639			24.14
Total estructural						345.41
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso					5.0 %	17.27
Cargas internas totales						362.68
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m ³ /h)						
					64.8	397.58
Potencia térmica de ventilación total						397.58
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 23.0 m ²		33.1 W/m ²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 760.3 W		



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Salon-comedor-hall (Salón / Comedor)		Casa						
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 2.1 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %					
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)		
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
Fachada	S	5.4	0.27	238	Claro		28.05	
Fachada	O	10.1	0.27	238	Claro		57.69	
Fachada	E	6.9	0.27	238	Claro		39.33	
Fachada	N	14.9	0.27	238	Claro		92.82	
Ventanas exteriores								
	Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))				
	2	S	16.5	0.91			284.98	
	2	O	22.0	0.92			418.93	
	1	E	11.0	0.92			209.46	
	1	N	8.3	0.91			170.99	
	2	O	22.0	0.92			418.93	
	2	N	16.5	0.92			343.93	
Puertas exteriores								
	Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))			
	1	Opaca	E	6.0	3.00		374.22	
Cubiertas								
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color			
	Azotea	149.6	0.30	1404	Intermedio		858.70	
Forjados inferiores								
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)				
	Losa de cimentación	149.6	0.07	1639			157.38	
Cerramientos interiores								
	Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)				
	Pared interior	0.8	0.45	231			3.45	
	Pared interior	6.9	0.33	235			21.30	
	Pared interior	16.5	1.03	233			160.17	
	Pared interior	25.1	0.80	141			189.03	
	Pared interior	13.5	1.09	199			138.91	
	Hueco interior	3.3	1.64				51.34	
Total estructural							4019.60	
Cargas interiores totales								
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	200.98	
Cargas internas totales							4220.58	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m ³ /h)								
						404.0	2478.93	



Anexo. Listado completo de cargas térmicas

BOMBA-CALOR

Fecha: 19/12/20

Potencia térmica de ventilación total		2478.93
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 149.6 m ²	44.8 W/m ²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 6699.5 W



3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Refrigeración

Conjunto: Casa														
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica				
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)	
Dormitorio ppal	Planta baja	401.46	447.10	481.99	874.02	908.91	132.56	342.24	745.76	33.70	1216.26	1654.66	1654.66	
Dormitorio 1	Planta baja	49.49	213.24	248.13	270.62	305.51	50.76	131.05	285.56	31.44	401.67	591.07	591.07	
Dormitorio 2	Planta baja	48.52	210.83	245.72	267.13	302.02	49.91	128.87	280.81	31.53	396.00	582.84	582.84	
Dormitorio 3	Planta baja	117.47	203.89	238.78	331.00	365.89	47.49	122.60	267.16	35.99	453.61	633.05	633.05	
Dormitorio 4	Planta baja	518.94	284.00	318.89	827.03	861.92	75.51	194.95	424.81	46.01	1021.99	1286.73	1286.73	
Cocina	Planta baja	722.45	1176.18	1410.65	1955.59	2190.06	292.26	377.29	1266.95	85.17	2332.88	3457.02	3457.02	
Pasillo	Planta baja	434.25	131.16	131.16	582.38	582.38	130.23	168.12	564.57	23.78	750.50	1146.95	1146.95	
Despacho	Planta baja	96.36	689.82	899.16	809.77	1019.11	64.80	69.49	284.61	56.80	879.26	1206.85	1303.72	
Salon-comedor-hall	Planta baja	2366.27	2795.42	2900.09	5316.53	5421.20	404.03	1043.16	2273.08	51.42	6359.70	7694.29	7694.29	
Total							1247.5	Carga total simultánea					18253.5	

Calefacción

Conjunto: Casa							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	Planta baja	928.44	132.56	813.29	35.48	1741.73	1741.73
Dormitorio 1	Planta baja	141.89	50.76	311.42	24.11	453.32	453.32
Dormitorio 2	Planta baja	139.24	49.91	306.24	24.10	445.49	445.49
Dormitorio 3	Planta baja	398.23	47.49	291.35	39.21	689.58	689.58
Dormitorio 4	Planta baja	956.07	75.51	463.28	50.75	1419.35	1419.35
Aseo 1	Planta baja	123.70	54.00	165.66	38.82	289.36	289.36
Aseo 2	Planta baja	124.77	54.00	165.66	38.58	290.43	290.43
Aseo 3	Planta baja	124.20	54.00	165.66	38.27	289.86	289.86
Aseo 4	Planta baja	52.61	54.00	165.66	34.85	218.27	218.27
Cocina	Planta baja	1011.18	292.26	896.57	47.00	1907.75	1907.75
Pasillo	Planta baja	1269.34	130.23	399.53	34.60	1668.86	1668.86
Despacho	Planta baja	362.68	64.80	397.58	33.12	760.26	760.26
Salon-comedor-hall	Planta baja	4220.58	404.03	2478.93	44.77	6699.52	6699.52
Total			1463.5	Carga total simultánea		16873.8	

4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Casa	35.6	18253.5

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Casa	32.9	16873.8

6 Anexo del cumplimiento DB-HE2 (radiadores y multi split)

ÍNDICE

1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS	2
2.- EMISORES PARA CALEFACCIÓN	8



1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.40	0.8	1.55	0.438	0.44
A1-Planta baja	N47-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.40	0.8	0.25	0.069	0.51
A2-Planta baja	N20-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.26	0.105	1.16
A3-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.66	0.013	1.79
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.010	1.99
A5-Planta baja	N22-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	0.29	0.166	1.68
A7-Planta baja	N21-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.25	0.106	1.37
A8-Planta baja	N23-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.62	0.122	2.23
A9-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.85	0.147	2.83
A10-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.42	0.102	3.12
A11-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	1.00	0.167	3.64
A12-Planta baja	A11-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.39	0.111	3.94
A13-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.18	0.096	3.20
A15-Planta baja	A14-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.69	0.128	5.72
A16-Planta baja	N13-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.68	0.126	5.54
A17-Planta baja	N10-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.31	0.098	6.96
A18-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.69	0.129	7.46
A19-Planta baja	N8-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.39	0.106	7.96
A20-Planta baja	N6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.38	0.111	11.44
A21-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.69	0.126	11.77
A22-Planta baja	N26-Planta baja	Impulsión (*)	16 mm	0.02	0.2	0.67	0.130	13.21
A23-Planta baja	A22-Planta baja	Impulsión (*)	16 mm	0.02	0.2	0.44	0.104	13.50



Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A25-Planta baja	A25-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.010	8.17
A25-Planta baja	A19-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.62	0.013	7.97
A26-Planta baja	A26-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.010	7.17
A26-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.57	0.012	6.97
A27-Planta baja	A27-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.010	11.65
A27-Planta baja	A20-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.66	0.013	11.46
A28-Planta baja	A28-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.010	12.83
A28-Planta baja	N25-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.95	0.019	12.64
N2-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.11	0.091	1.78
N3-Planta baja	N20-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.05	0.4	0.68	0.163	0.87
N3-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.05	0.4	0.27	0.066	0.71
N4-Planta baja	A24-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.30	0.057	13.15
N5-Planta baja	N44-Planta baja	Impulsión (*)	18 mm	0.07	0.4	1.05	0.243	11.20
N5-Planta baja	N43-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	1.61	0.117	11.08
N7-Planta baja	N5-Planta baja	Impulsión (*)	18 mm	0.09	0.6	9.00	3.479	10.96
N7-Planta baja	N41-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	1.72	0.125	7.60
N9-Planta baja	N42-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.14	0.4	5.00	0.718	6.98
N9-Planta baja	N32-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.3	1.15	0.168	6.43
N11-Planta baja	N9-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.17	0.5	6.15	1.316	6.26
N11-Planta baja	N39-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	1.70	0.123	5.07
N11-Planta baja	N38-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	3.25	0.236	5.18
N12-Planta baja	A15-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.46	0.102	5.41
N14-Planta baja	N36-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	6.41	0.465	3.23



Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N14-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.24	0.8	0.40	0.157	2.92
N16-Planta baja	N34-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	6.61	0.479	2.45
N16-Planta baja	N35-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.26	0.5	0.83	0.108	2.08
N18-Planta baja	N22-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	4.65	0.462	1.33
N18-Planta baja	N21-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.33	0.6	1.05	0.207	1.07
N20-Planta baja	N30-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	1.38	0.100	0.97
N21-Planta baja	N31-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.31	0.6	1.41	0.244	1.32
N23-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.28	0.5	0.30	0.045	1.97
N24-Planta baja	N37-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.22	0.7	1.26	0.412	3.33
N25-Planta baja	N46-Planta baja	Impulsión (*)	16 mm	0.03	0.3	0.61	0.090	12.71
N26-Planta baja	N4-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.95	0.021	12.91
N27-Planta baja	N45-Planta baja	Impulsión (*)	16 mm	0.05	0.4	4.66	1.097	12.55
N28-Planta baja	N7-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.11	0.6	1.10	0.333	7.48
N29-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	1.23	0.089	1.50
N30-Planta baja	N29-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	6.10	0.442	1.41
N31-Planta baja	N23-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.31	0.6	3.49	0.605	1.92
N34-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.59	0.043	2.49
N35-Planta baja	N14-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.26	0.5	5.27	0.685	2.76
N36-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.79	0.058	3.28
N37-Planta baja	N11-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.22	0.7	4.94	1.615	4.95
N38-Planta baja	N13-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.55	0.040	5.22
N39-Planta baja	N12-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.65	0.047	5.12
N40-Planta baja	N10-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.90	0.065	6.68



Cálculo de la instalación

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N41-Planta baja	N8-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.83	0.060	7.66
N42-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.14	0.4	1.15	0.165	7.15
N43-Planta baja	N6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.94	0.068	11.14
N44-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión (*)	18 mm	0.07	0.4	1.10	0.254	11.45
N45-Planta baja	N25-Planta baja	Impulsión (*)	16 mm	0.05	0.4	0.28	0.065	12.62
N46-Planta baja	N26-Planta baja	Impulsión (*)	16 mm	0.03	0.3	1.25	0.182	12.89
A6-Planta baja	N32-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.29	0.051	6.67
N19-Planta baja	N40-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	1.98	0.144	6.61
N32-Planta baja	N19-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.52	0.037	6.47
N47-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.40	0.8	0.47	0.134	0.64
N1-Planta baja	N18-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.36	0.7	1.00	0.227	0.87
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.40	0.8	1.55	0.453	0.45
A2-Planta baja	N30-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.26	0.055	1.29
A3-Planta baja	N29-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.10	0.039	1.74
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.011	1.76
A4-Planta baja	A3-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.64	0.014	1.75
A5-Planta baja	N33-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.2	0.30	0.098	1.67
A7-Planta baja	N31-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.25	0.056	1.44
A8-Planta baja	N35-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.62	0.073	2.27
A9-Planta baja	N34-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.39	0.064	2.64
A10-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.40	0.051	2.69
A11-Planta baja	N36-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.59	0.089	3.49
A12-Planta baja	A11-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.41	0.062	3.55



Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A13-Planta baja	N37-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.18	0.045	3.15
A14-Planta baja	A15-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.71	0.081	5.04
A15-Planta baja	N39-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.40	0.046	4.96
A16-Planta baja	N38-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.40	0.056	5.08
A17-Planta baja	N40-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.25	0.043	6.60
A18-Planta baja	N42-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.70	0.080	6.98
A19-Planta baja	N41-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.25	0.045	7.78
A20-Planta baja	N43-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.15	0.044	9.68
A21-Planta baja	N44-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	0.69	0.077	9.84
A22-Planta baja	N46-Planta baja	Retorno (*)	16 mm	0.02	0.2	0.67	0.081	11.40
A23-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno (*)	16 mm	0.02	0.2	0.37	0.048	11.45
A24-Planta baja	N4-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.66	0.028	11.40
A25-Planta baja	A25-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.011	7.80
A25-Planta baja	A19-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.57	0.012	7.79
A26-Planta baja	A26-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.011	6.62
A26-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.58	0.012	6.61
A27-Planta baja	A27-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.011	9.71
A27-Planta baja	A20-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.65	0.014	9.69
A28-Planta baja	A28-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.50	0.011	11.21
A28-Planta baja	N45-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.95	0.020	11.20
N3-Planta baja	N20-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.4	0.68	0.170	0.89
N3-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.4	0.27	0.069	0.72
N5-Planta baja	N44-Planta baja	Retorno (*)	18 mm	0.07	0.4	1.05	0.253	9.77



Cálculo de la instalación

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N5-Planta baja	N43-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	1.61	0.122	9.64
N7-Planta baja	N5-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.09	0.5	9.00	1.909	9.51
N7-Planta baja	N41-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	1.72	0.131	7.74
N9-Planta baja	N42-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.14	0.4	5.00	0.748	6.90
N9-Planta baja	N32-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.3	1.15	0.176	6.32
N11-Planta baja	N9-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.17	0.5	6.15	1.368	6.15
N11-Planta baja	N39-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	1.70	0.130	4.91
N11-Planta baja	N38-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	3.25	0.248	5.03
N14-Planta baja	N36-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	6.41	0.488	3.40
N14-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.24	0.5	0.40	0.046	2.96
N16-Planta baja	N34-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	6.61	0.504	2.57
N16-Planta baja	N35-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.28	0.5	0.83	0.130	2.20
N18-Planta baja	N22-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.2	4.65	0.484	1.37
N18-Planta baja	N21-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	1.05	0.215	1.10
N20-Planta baja	N30-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.4	1.38	0.347	1.24
N21-Planta baja	N31-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	1.41	0.288	1.39
N22-Planta baja	N33-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.2	1.90	0.198	1.57
N23-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.31	0.6	0.30	0.054	2.07
N24-Planta baja	N37-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.24	0.5	1.26	0.145	3.10
N25-Planta baja	N46-Planta baja	Retorno (*)	16 mm	0.03	0.3	0.61	0.094	11.32
N26-Planta baja	N4-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.95	0.022	11.37
N27-Planta baja	N45-Planta baja	Retorno (*)	16 mm	0.05	0.4	4.66	1.145	11.18
N28-Planta baja	N7-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.11	0.6	1.10	0.347	7.61



Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N30-Planta baja	N29-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	6.10	0.465	1.70
N31-Planta baja	N23-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.31	0.6	3.49	0.629	2.02
N35-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.26	0.5	5.27	0.712	2.91
N37-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.22	0.7	4.94	1.676	4.78
N42-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.11	0.6	1.15	0.362	7.26
N44-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno (*)	16 mm	0.05	0.4	1.10	0.269	10.04
N45-Planta baja	N25-Planta baja	Retorno (*)	16 mm	0.03	0.3	0.28	0.043	11.22
N46-Planta baja	N26-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.25	0.030	11.35
A6-Planta baja	N19-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.29	0.036	6.44
N19-Planta baja	N40-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	1.98	0.151	6.55
N32-Planta baja	N19-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.3	0.52	0.079	6.40
N47-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.40	0.8	0.20	0.057	0.51
N47-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.40	0.8	0.47	0.138	0.65
N1-Planta baja	N18-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.36	0.7	1.00	0.236	0.88
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								
Abreviaturas utilizadas								
Φ	Diámetro nominal			L	Longitud			
Q	Caudal			ΔP_1	Pérdida de presión			
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada			



2.- EMISORES PARA CALEFACCIÓN

Conjunto de recintos	Recintos	Plantas	Tipo de emisor	Tipo	Referencia	Pérdidas caloríficas (W)	Elementos		Longitud (mm)	Potencia (W)
							Número	Altura (mm)		
Planta baja - Aseo 2	Aseo 1	Planta baja	Toallero	1	A27	429			278	449
Planta baja - Aseo 3	Aseo 2	Planta baja	Toallero	1	A25	431			278	449
Planta baja - Aseo 4	Aseo 3	Planta baja	Toallero	1	A26	430			278	449
Planta baja - Aseo 6	Aseo 4	Planta baja	Toallero	1	A4	410			278	449
Planta baja - Cocina	Cocina	Planta baja	Radiador	1	A5	2039	12	781	960	1148
			Radiador	1	A10	2039	10	781	800	957
Planta baja - Despacho	Despacho	Planta baja	Radiador	1	A14	935	10	781	800	957
			Radiador	1	A6	935	5	781	400	478
Planta baja - Dormitorio 1	Dormitorio ppal	Planta baja	Radiador	1	A23	1863	10	781	800	957
			Radiador	1	A24	1863	5	781	400	478
			Toallero	1	A28	1863			278	449
Planta baja - Dormitorio 2	Dormitorio 1	Planta baja	Radiador	1	A20	756	10	781	800	957
Planta baja - Dormitorio 3	Dormitorio 2	Planta baja	Radiador	1	A19	745	10	781	800	957
Planta baja - Dormitorio 4	Dormitorio 3	Planta baja	Radiador	1	A17	869	10	781	800	957
Planta baja - Dormitorio 5	Dormitorio 4	Planta baja	Radiador	1	A2	1662	10	781	800	957
			Radiador	1	A3	1662	10	781	800	957
Planta baja - Pasillo 2	Pasillo	Planta baja	Radiador	1	A18	2314	10	781	800	957
			Radiador	1	A21	2314	10	781	800	957
			Radiador	1	A22	2314	10	781	800	957
Planta baja - Salon-comedor-hall	Salon-comedor-hall	Planta baja	Radiador	1	A7	6839	10	781	800	957
			Radiador	1	A8	6839	10	781	800	957
			Radiador	1	A9	6839	10	781	800	957
			Radiador	1	A11	6839	10	781	800	957
			Radiador	1	A12	6839	10	781	800	957
			Radiador	1	A13	6839	10	781	800	957
			Radiador	1	A15	6839	10	781	800	957
Radiador	1	A16	6839	10	781	800	957			

Tipos de radiadores

Tipo	Descripción
1	Radiador de aluminio inyectado, formado por elementos de 781 mm de altura, con frontal con aberturas, con una emisión calorífica de 137,7 kcal/h cada uno, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente

Tipos de toalleros

Tipo	Descripción
1	Radiador toallero tubular de chapa de acero acabado cromado, para cuartos de baño, gama alta, de 278x1133 mm y emisión calorífica 646 kcal/h para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente



ÍNDICE

1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS	2
1.1.- Exigencia de bienestar e higiene	2
1.1.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1	2
1.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2	2
1.1.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3	3
1.1.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4	3
1.2.- Exigencia de eficiencia energética	3
1.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1	3
1.2.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2	9
1.2.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3	11
1.2.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5	12
1.2.5.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6	12
1.2.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7	12
1.2.7.- Lista de los equipos consumidores de energía	13
1.3.- Exigencia de seguridad	14
1.3.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.	14
1.3.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.	15
1.3.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.	16
1.3.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.	17



1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

1.1.- Exigencia de bienestar e higiene

1.1.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Baño no calefactado	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

1.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2

**1.1.2.1.- Categorías de calidad del aire interior**

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

1.1.2.2.- Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m ³ /h)	Por unidad de superficie (m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

1.1.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

1.1.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

1.2.- Exigencia de eficiencia energética**1.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1****1.2.1.1.- Generalidades**

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

1.2.1.2.- Cargas térmicas

**1.2.1.2.1.- Cargas máximas simultáneas**

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

Refrigeración

Conjunto: Planta baja - Cocina													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Cocina	Planta baja	747.03	1176.18	1410.65	1980.90	2215.37	292.26	377.29	1266.95	85.79	2358.19	3482.33	3482.33
Total							292.3	Carga total simultánea				3482.3	

Conjunto: Planta baja - Despacho													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Despacho	Planta baja	131.32	689.82	899.16	845.78	1055.12	64.80	69.49	284.61	58.37	915.26	1339.73	1339.73
Total							64.8	Carga total simultánea				1339.7	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 1													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	Planta baja	434.78	447.10	481.99	908.34	943.23	132.56	342.24	745.76	34.40	1250.58	1688.98	1688.98
Total							132.6	Carga total simultánea				1689.0	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 2													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 1	Planta baja	115.18	213.24	248.13	338.27	373.16	50.76	131.05	285.56	35.04	469.32	658.73	658.73
Total							50.8	Carga total simultánea				658.7	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 3													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 2	Planta baja	114.15	210.83	245.72	334.72	369.61	49.91	128.87	280.81	35.18	463.60	650.43	650.43
Total							49.9	Carga total simultánea				650.4	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 4													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 3	Planta baja	160.01	203.89	238.78	374.82	409.71	47.49	122.60	267.16	38.49	497.42	676.87	676.87
Total							47.5	Carga total simultánea				676.9	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 5													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 4	Planta baja	563.53	284.00	318.89	872.96	907.85	75.51	194.95	424.81	47.65	1067.91	1332.66	1332.66
Total							75.5	Carga total simultánea				1332.7	

Conjunto: Planta baja - Pasillo 2													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)



		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Pasillo	Planta baja	607.11	131.16	131.16	760.42	760.42	130.23	168.12	564.57	27.47	928.54	1324.99	1324.99
Total							130.2		Carga total simultánea			1325.0	

Conjunto: Planta baja - Salon-comedor-hall													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Salon-comedor-hall	Planta baja	2394.09	2795.42	2900.09	5345.19	5449.86	404.03	1043.16	2273.08	51.61	6388.35	7722.94	7722.94
Total							404.0		Carga total simultánea			7722.9	

Calefacción

Conjunto: Planta baja - Aseo 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aseo 1	Planta baja	263.54	54.00	165.66	57.59	429.20	429.20
Total			54.0	Carga total simultánea		429.2	

Conjunto: Planta baja - Aseo 3							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aseo 2	Planta baja	264.89	54.00	165.66	57.19	430.55	430.55
Total			54.0	Carga total simultánea		430.5	

Conjunto: Planta baja - Aseo 4							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aseo 3	Planta baja	264.56	54.00	165.66	56.80	430.22	430.22
Total			54.0	Carga total simultánea		430.2	

Conjunto: Planta baja - Aseo 6							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aseo 4	Planta baja	243.89	54.00	165.66	65.39	409.55	409.55
Total			54.0	Carga total simultánea		409.6	

Conjunto: Planta baja - Cocina							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Cocina	Planta baja	1142.03	292.26	896.57	50.22	2038.61	2038.61
Total			292.3	Carga total simultánea		2038.6	



Conjunto: Planta baja - Despacho							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Despacho	Planta baja	536.96	64.80	397.58	40.72	934.54	934.54
Total			64.8	Carga total simultánea		934.5	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 1							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	Planta baja	1049.26	132.56	813.29	37.94	1862.55	1862.55
Total			132.6	Carga total simultánea		1862.5	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 1	Planta baja	444.14	50.76	311.42	40.19	755.56	755.56
Total			50.8	Carga total simultánea		755.6	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 3							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 2	Planta baja	438.97	49.91	306.24	40.31	745.21	745.21
Total			49.9	Carga total simultánea		745.2	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 4							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 3	Planta baja	577.20	47.49	291.35	49.38	868.56	868.56
Total			47.5	Carga total simultánea		868.6	

Conjunto: Planta baja - Dormitorio 5							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio 4	Planta baja	1198.54	75.51	463.28	59.42	1661.82	1661.82
Total			75.5	Carga total simultánea		1661.8	

Conjunto: Planta baja - Pasillo 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)



Conjunto: Planta baja - Pasillo 2							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Pasillo	Planta baja	1914.53	130.23	399.53	47.97	2314.05	2314.05
Total			130.2	Carga total simultánea		2314.1	

Conjunto: Planta baja - Salon-comedor-hall							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Salon-comedor-hall	Planta baja	4359.83	404.03	2478.93	45.70	6838.77	6838.77
Total			404.0	Carga total simultánea		6838.8	

En el anexo aparece el cálculo de la carga térmica para cada uno de los recintos de la instalación.

1.2.1.2.2.- Cargas parciales y mínimas

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Planta baja - Dormitorio 1	0.50	0.60	0.80	1.16	1.42	1.49	1.69	1.68	1.50	1.19	0.72	0.54
Planta baja - Dormitorio 2	0.27	0.30	0.37	0.47	0.56	0.58	0.66	0.66	0.60	0.49	0.35	0.28
Planta baja - Dormitorio 3	0.27	0.30	0.37	0.46	0.55	0.58	0.65	0.65	0.59	0.49	0.34	0.28
Planta baja - Dormitorio 4	0.23	0.27	0.35	0.46	0.57	0.60	0.68	0.68	0.61	0.49	0.32	0.24
Planta baja - Dormitorio 5	0.38	0.49	0.66	0.93	1.13	1.20	1.33	1.33	1.20	0.94	0.56	0.40
Planta baja - Cocina	1.72	1.89	2.24	2.77	3.10	3.11	3.48	3.47	3.21	2.76	2.08	1.77
Planta baja - Pasillo 2	0.12	0.24	0.48	0.75	1.03	1.12	1.32	1.32	1.14	0.83	0.37	0.16
Planta baja - Despacho	0.83	0.87	0.97	1.09	1.21	1.25	1.34	1.34	1.26	1.12	0.93	0.85
Planta baja - Salon-comedor-hall	3.30	3.76	4.61	5.89	6.79	7.09	7.72	7.70	7.08	5.95	4.14	3.44

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Planta baja - Dormitorio 1	1.86	1.86	1.86
Planta baja - Dormitorio 2	0.76	0.76	0.76
Planta baja - Dormitorio 3	0.75	0.75	0.75
Planta baja - Dormitorio 4	0.87	0.87	0.87
Planta baja - Dormitorio 5	1.66	1.66	1.66



Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Planta baja - Aseo 2	0.43	0.43	0.43
Planta baja - Aseo 3	0.43	0.43	0.43
Planta baja - Aseo 4	0.43	0.43	0.43
Planta baja - Aseo 6	0.41	0.41	0.41
Planta baja - Cocina	2.04	2.04	2.04
Planta baja - Pasillo 2	2.31	2.31	2.31
Planta baja - Despacho	0.93	0.93	0.93
Planta baja - Salon-comedor-hall	6.84	6.84	6.84

1.2.1.3.- Potencia térmica instalada

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos	$P_{\text{instalada}}$ (kW)	% q_{tub}	% q_{equipos}	Q_{cal} (kW)	Total (kW)
Planta baja - Dormitorio 1	2.23	5.71	2.00	1.86	2.03
Planta baja - Dormitorio 2	1.13	5.71	2.00	0.76	0.84
Planta baja - Dormitorio 3	1.13	5.71	2.00	0.75	0.83
Planta baja - Dormitorio 4	1.13	5.71	2.00	0.87	0.96
Planta baja - Dormitorio 5	2.27	5.71	2.00	1.66	1.84
Planta baja - Aseo 2	0.53	5.71	2.00	0.43	0.47
Planta baja - Aseo 3	0.53	5.71	2.00	0.43	0.47
Planta baja - Aseo 4	0.53	5.71	2.00	0.43	0.47
Planta baja - Aseo 6	0.53	5.71	2.00	0.41	0.45
Planta baja - Cocina	2.49	5.71	2.00	2.04	2.23
Planta baja - Pasillo 2	3.40	5.71	2.00	2.31	2.58
Planta baja - Despacho	1.70	5.71	2.00	0.93	1.07
Planta baja - Salon-comedor-hall	9.07	5.71	2.00	6.84	7.54

Abreviaturas utilizadas

$P_{\text{instalada}}$	Potencia instalada (kW)	% q_{equipos}	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)
% q_{tub}	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)	Q_{cal}	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	26.70	19.72
Total	26.7	19.7



Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera y conducto para evacuación de humos, "SAUNIER DUVAL"

1.2.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2

1.2.2.1.- Aislamiento térmico en redes de tuberías

1.2.2.1.1.- Introducción

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

1.2.2.1.2.- Tuberías en contacto con el ambiente exterior

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de verano: 33.1 °C

Temperatura seca exterior de invierno: 2.1 °C

Velocidad del viento: 7.2 m/s

1.2.2.1.3.- Tuberías en contacto con el ambiente interior

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1.

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	32 mm	0.037	27	15.62	17.23	0.00	0.0	8.70	285.7
Tipo 1	16 mm	0.037	25	114.86	94.25	0.00	0.0	5.98	1251.1
Tipo 1	25 mm	0.037	25	18.90	16.09	0.00	0.0	7.76	271.5
Tipo 1	20 mm	0.037	25	1.10	11.25	0.00	0.0	6.15	76.0
Tipo 1	18 mm	0.037	25	11.15	1.05	0.00	0.0	6.92	84.4
						Total	1969		



Tubería	\varnothing	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$Q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$Q_{\text{cal.}}$ (W)
Abreviaturas utilizadas									
\varnothing	Diámetro nominal			$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud				
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento			$Q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración				
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento			$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud				
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión			$Q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción				
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno								

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

1.2.2.1.4.- Pérdida de calor en tuberías

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	26.70
Total	26.70

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera y conducto para evacuación de humos, "SAUNIER DUVAL"

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Refrigeración

Calefacción

Potencia de los equipos (kW)	q_{cal} (W)	Pérdida de calor (%)
26.70	1525.6	5.7

**1.2.2.2.- Eficiencia energética de los motores eléctricos**

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

1.2.2.3.- Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

1.2.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3**1.2.3.1.- Generalidades**

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

1.2.3.2.- Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:



Conjunto de recintos	Sistema de control
Planta baja - Dormitorio 1	THM-C1
Planta baja - Dormitorio 2	THM-C1
Planta baja - Dormitorio 3	THM-C1
Planta baja - Dormitorio 4	THM-C1
Planta baja - Dormitorio 5	THM-C1
Planta baja - Aseo 2	THM-C1
Planta baja - Aseo 3	THM-C1
Planta baja - Aseo 4	THM-C1
Planta baja - Aseo 6	THM-C1
Planta baja - Cocina	THM-C1
Planta baja - Pasillo 2	THM-C1
Planta baja - Despacho	THM-C1
Planta baja - Salon-comedor-hall	THM-C1

1.2.3.3.- Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

1.2.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado**1.2.4.5****1.2.4.1.- Zonificación**

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

1.2.5.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico.

**1.2.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7**

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

1.2.7.- Lista de los equipos consumidores de energía

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

Calderas y grupos térmicos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera y conducto para evacuación de humos, "SAUNIER DUVAL"

Sistema de expansión directa

Equipos	Referencia
Tipo 1	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 5x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-5M34S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 10 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 3,7/11 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2,98 kW, EER = 3,36, SEER 6,31 (clase A++), potencia calorífica nominal 12 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2,7/14 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,83 kW, COP 4,24, SCOP 4,06 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 5 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 3245 m ³ /h, presión sonora en refrigeración 52 dBA, presión sonora en calefacción 55 dBA, potencia sonora en refrigeración 66 dBA, potencia sonora en calefacción 68 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 78 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m
Tipo 2	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-M07N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 516 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 38/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 53 dBA, caudal de aire en calefacción 570 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 39/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 54 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4"



Equipos	Referencia
Tipo 3	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 3x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-3M26S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 7,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 4,1/9 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2 kW, EER = 3,75, SEER 6,19 (clase A++), potencia calorífica nominal 9 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2/11,2 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,2 kW, COP 4,09, SCOP 4,41 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 3 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 2507 m ³ /h, presión sonora en refrigeración 48 dBA, presión sonora en calefacción 49 dBA, potencia sonora en refrigeración 63 dBA, potencia sonora en calefacción 64 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 72 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m
Tipo 4	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B16N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 684 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 45/30 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 60 dBA, caudal de aire en calefacción 738 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 45/31 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 60 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 1/2", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4"
Tipo 5	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B13N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 3,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 570 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 39/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 54 dBA, caudal de aire en calefacción 624 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 40/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 55 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4"

1.3.- Exigencia de seguridad

1.3.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

1.3.1.1.- Condiciones generales

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.

1.3.1.2.- Salas de máquinas

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

**1.3.1.3.- Chimeneas**

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

1.3.1.4.- Almacenamiento de biocombustibles sólidos

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

1.3.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.**1.3.2.1.- Alimentación**

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

1.3.2.2.- Vaciado y purga

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40



Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
400 < P	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

1.3.2.3.- Expansión y circuito cerrado

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

1.3.2.4.- Dilatación, golpe de ariete, filtración

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

1.3.2.5.- Conductos de aire

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.

1.3.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.



1.3.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.



7 Anexo del cumplimiento DB-HE2 (suelo radiante y multi split)

ÍNDICE

1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS	2
1.1.- Exigencia de bienestar e higiene	2
1.1.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1	2
1.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2	2
1.1.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3	3
1.1.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4	3
1.2.- Exigencia de eficiencia energética	3
1.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1	3
1.2.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2	5
1.2.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3	7
1.2.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5	8
1.2.5.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6	8
1.2.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7	8
1.2.7.- Lista de los equipos consumidores de energía	9
1.3.- Exigencia de seguridad	10
1.3.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.	10
1.3.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.	11
1.3.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.	12
1.3.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.	13



1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

1.1.- Exigencia de bienestar e higiene

1.1.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Baño no calefactado	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

1.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2

**1.1.2.1.- Categorías de calidad del aire interior**

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

1.1.2.2.- Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m ³ /h)	Por unidad de superficie (m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

1.1.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

1.1.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

1.2.- Exigencia de eficiencia energética**1.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1****1.2.1.1.- Generalidades**

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

1.2.1.2.- Cargas térmicas

**1.2.1.2.1.- Cargas máximas simultáneas**

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

Refrigeración

Conjunto: Vivienda													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	Planta baja	401.46	447.10	481.99	874.02	908.91	132.56	342.24	745.76	33.70	1216.26	1654.66	1654.66
Dormitorio 1	Planta baja	49.49	213.24	248.13	270.62	305.51	50.76	131.05	285.56	31.44	401.67	591.07	591.07
Dormitorio 2	Planta baja	48.52	210.83	245.72	267.13	302.02	49.91	128.87	280.81	31.53	396.00	582.84	582.84
Dormitorio 3	Planta baja	117.47	203.89	238.78	331.00	365.89	47.49	122.60	267.16	35.99	453.61	633.05	633.05
Dormitorio 4	Planta baja	518.94	284.00	318.89	827.03	861.92	75.51	194.95	424.81	46.01	1021.99	1286.73	1286.73
Cocina	Planta baja	722.45	1176.18	1410.65	1955.59	2190.06	292.26	377.29	1266.95	85.17	2332.88	3457.02	3457.02
Pasillo	Planta baja	434.25	131.16	131.16	582.38	582.38	130.23	168.12	564.57	23.78	750.50	1146.95	1146.95
Despacho	Planta baja	96.36	689.82	899.16	809.77	1019.11	64.80	69.49	284.61	56.80	879.26	1206.85	1303.72
Salon-comedor-hall	Planta baja	2366.27	2795.42	2900.09	5316.53	5421.20	404.03	1043.16	2273.08	51.42	6359.70	7694.29	7694.29
Total							1247.5	Carga total simultánea				18253.5	

Calefacción

Conjunto: Vivienda							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	Planta baja	931.26	132.56	813.29	35.53	1744.55	1744.55
Dormitorio 1	Planta baja	142.97	50.76	311.42	24.17	454.40	454.40
Dormitorio 2	Planta baja	140.31	49.91	306.24	24.16	446.55	446.55
Dormitorio 3	Planta baja	399.24	47.49	291.35	39.27	690.59	690.59
Dormitorio 4	Planta baja	957.68	75.51	463.28	50.81	1420.96	1420.96
Aseo 1	Planta baja	123.70	54.00	165.66	38.82	289.36	289.36
Aseo 2	Planta baja	124.77	54.00	165.66	38.58	290.43	290.43
Aseo 3	Planta baja	124.20	54.00	165.66	38.27	289.86	289.86
Aseo 4	Planta baja	52.61	54.00	165.66	34.85	218.27	218.27
Cocina	Planta baja	1013.51	292.26	896.57	47.06	1910.08	1910.08
Pasillo	Planta baja	1272.11	130.23	399.53	34.66	1671.63	1671.63
Despacho	Planta baja	363.99	64.80	397.58	33.18	761.57	761.57
Salon-comedor-hall	Planta baja	4229.18	404.03	2478.93	44.83	6708.11	6708.11
Total			1463.5	Carga total simultánea		16896.4	

En el anexo aparece el cálculo de la carga térmica para cada uno de los recintos de la instalación.

1.2.1.2.2.- Cargas parciales y mínimas

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12



Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Vivienda	7.47	8.56	10.62	13.68	15.91	16.44	18.25	18.19	16.65	13.88	9.62	7.84

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Vivienda	16.90	16.90	16.90

1.2.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2

1.2.2.1.- Aislamiento térmico en redes de tuberías

1.2.2.1.1.- Introducción

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

1.2.2.1.2.- Tuberías en contacto con el ambiente exterior

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de verano: 33.1 °C

Temperatura seca exterior de invierno: 2.1 °C

Velocidad del viento: 7.2 m/s

1.2.2.1.3.- Tuberías en contacto con el ambiente interior

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1.

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	40 mm	0.037	27	7.27	7.32	0.00	0.0	4.51	65.8
Tipo 1	32 mm	0.037	27	7.41	7.47	0.00	0.0	3.90	58.1



Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$Q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$Q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	25 mm	0.037	25	23.50	23.56	0.00	0.0	3.23	151.8
Tipo 1	18 mm	0.037	25	1.68	1.62	0.00	0.0	2.56	8.5
Tipo 1	20 mm	0.037	25	20.57	20.63	0.00	0.0	2.70	111.2
Total							395		

Abreviaturas utilizadas

Ø	Diámetro nominal	$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento	$Q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento	$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión	$Q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno		

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

1.2.2.1.4.- Pérdida de calor en tuberías

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	22.00
Total	22.00

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de condensación con recuperador de acero inoxidable, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, eficiencia energética clase A, caudal másico de gas de escape 0,0089 kg/s, con contenido de CO2 14%, presión de impulsión disponible 30 Pa, contenido de agua 33 l, "JUNKERS"

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Refrigeración

Calefacción



Potencia de los equipos (kW)	q _{cal} (W)	Pérdida de calor (%)
22.00	395.3	1.8

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.

1.2.2.2.- Eficiencia energética de los motores eléctricos

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

1.2.2.3.- Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

1.2.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

1.2.3.1.- Generalidades

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

1.2.3.2.- Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.



THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
Vivienda	THM-C1

1.2.3.3.- Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

1.2.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado

1.2.4.5

1.2.4.1.- Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

1.2.5.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico.

1.2.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.



- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

1.2.7.- Lista de los equipos consumidores de energía

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

Calderas y grupos térmicos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de condensación con recuperador de acero inoxidable, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, eficiencia energética clase A, caudal másico de gas de escape 0,0089 kg/s, con contenido de CO2 14%, presión de impulsión disponible 30 Pa, contenido de agua 33 l, "JUNKERS"

Equipos de transporte de fluidos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Acumulador nocturno de calor estático, alimentación monofásica a 230 V de tensión, compuesto por material cerámico de acumulación, aislamiento microporoso de alta calidad, regulador electrónico de carga y limitador de seguridad, estando todo el conjunto recubierto de carcasa de chapa de acero pintada en epoxi, de 315x725x165 mm

Sistema de expansión directa

Equipos	Referencia
Tipo 1	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 5x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-5M34S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 10 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 3,7/11 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2,98 kW, EER = 3,36, SEER 6,31 (clase A++), potencia calorífica nominal 12 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2,7/14 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,83 kW, COP 4,24, SCOP 4,06 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 5 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 3245 m ³ /h, presión sonora en refrigeración 52 dBA, presión sonora en calefacción 55 dBA, potencia sonora en refrigeración 66 dBA, potencia sonora en calefacción 68 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 78 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m



Equipos	Referencia
Tipo 2	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-M07N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 516 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 38/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 53 dBA, caudal de aire en calefacción 570 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 39/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 54 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4"
Tipo 3	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 3x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-3M26S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 7,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 4,1/9 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2 kW, EER = 3,75, SEER 6,19 (clase A++), potencia calorífica nominal 9 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2/11,2 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,2 kW, COP 4,09, SCOP 4,41 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 3 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 2507 m ³ /h, presión sonora en refrigeración 48 dBA, presión sonora en calefacción 49 dBA, potencia sonora en refrigeración 63 dBA, potencia sonora en calefacción 64 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 72 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m
Tipo 4	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B16N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 684 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 45/30 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 60 dBA, caudal de aire en calefacción 738 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 45/31 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 60 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 1/2", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4"
Tipo 5	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B13N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 3,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 570 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 39/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 54 dBA, caudal de aire en calefacción 624 m ³ /h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 40/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 55 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4"

1.3.- Exigencia de seguridad

1.3.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

1.3.1.1.- Condiciones generales

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.



1.3.1.2.- Salas de máquinas

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

1.3.1.3.- Chimeneas

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

1.3.1.4.- Almacenamiento de biocombustibles sólidos

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

1.3.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.

1.3.2.1.- Alimentación

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor DN (mm)	Frio DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

1.3.2.2.- Vaciado y purga

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:



Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

1.3.2.3.- Expansión y circuito cerrado

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

1.3.2.4.- Dilatación, golpe de ariete, filtración

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

1.3.2.5.- Conductos de aire

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.



1.3.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

1.3.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.



ÍNDICE

1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS	2
2.- EMISORES PARA CALEFACCIÓN	3
3.- SISTEMAS DE SUELO RADIANTE	4
3.1.- Bases de cálculo	4
3.1.1.- Cálculo de la carga térmica de los recintos	4
3.1.2.- Localización de los colectores	6
3.1.3.- Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes	7
3.1.4.- Cálculo de la temperatura de impulsión del agua	8
3.1.5.- Cálculo del caudal de agua de los circuitos	9
3.2.- Dimensionado	10
3.2.1.- Dimensionado del circuito hidráulico	10
3.2.2.- Selección de la caldera o bomba de calor	12
ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264	14



1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.28	0.5	0.79	0.124	42.40
A40-Planta baja	A40-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.09	0.6	0.79	0.297	26.50
A41-Planta baja	A41-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	0.79	0.194	42.17
A28-Planta baja	A28-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	0.66	0.8	1.55	0.424	0.42
A28-Planta baja	A42-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	0.66	0.8	0.20	0.054	0.48
A42-Planta baja	N18-Planta baja	Impulsión (*)	40 mm	0.66	0.8	5.52	1.509	1.99
N11-Planta baja	N12-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	1.20	0.297	14.24
N12-Planta baja	A41-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	0.16	0.040	14.28
N13-Planta baja	A40-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.09	0.6	0.29	0.111	9.73
N13-Planta baja	N14-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.09	0.6	0.60	0.228	9.62
N14-Planta baja	N11-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	18.42	4.553	13.94
N15-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.20	0.6	0.57	0.180	3.85
N16-Planta baja	N14-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.18	0.6	22.02	5.717	9.39
N17-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.28	0.5	0.04	0.007	2.08
N17-Planta baja	N18-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.28	0.5	0.58	0.091	2.08
N18-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.39	0.7	6.01	1.685	3.67
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.20	0.6	0.79	0.250	26.86
A2-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.20	0.6	0.13	0.041	3.89
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno	32 mm	0.28	0.5	0.79	0.130	2.33
A9-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	32 mm	0.28	0.5	0.10	0.017	2.20
A40-Planta baja	A40-Planta baja	Retorno	18 mm	0.09	0.6	0.79	0.313	10.51
A40-Planta baja	N13-Planta baja	Retorno	18 mm	0.09	0.6	0.23	0.093	10.20



Cálculo de la instalación

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A41-Planta baja	A41-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	0.79	0.205	15.24
A41-Planta baja	N12-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	0.22	0.058	15.03
A28-Planta baja	A28-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	0.66	0.8	1.55	0.443	0.44
A42-Planta baja	A28-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	0.66	0.8	0.25	0.070	0.51
A42-Planta baja	N18-Planta baja	Retorno (*)	40 mm	0.66	0.8	5.52	1.577	2.09
N11-Planta baja	N12-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	1.20	0.313	14.97
N13-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno	18 mm	0.09	0.6	0.60	0.240	10.10
N14-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	18.42	4.799	14.66
N15-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno	25 mm	0.20	0.6	0.19	0.063	4.11
N15-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno	25 mm	0.20	0.6	0.57	0.189	4.04
N16-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.18	0.6	22.02	6.008	9.86
N17-Planta baja	N18-Planta baja	Retorno	32 mm	0.28	0.5	0.58	0.096	2.19
N18-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.39	0.7	6.01	1.765	3.85
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno	25 mm	0.20	0.6	0.79	0.262	4.37

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas	
Φ <i>Diámetro nominal</i>	L <i>Longitud</i>
Q <i>Caudal</i>	ΔP_1 <i>Pérdida de presión</i>
V <i>Velocidad</i>	ΔP <i>Pérdida de presión acumulada</i>



2.- EMISORES PARA CALEFACCIÓN

Conjunto de recintos	Recintos	Plantas	Tipo de emisor	Tipo	Referencia	Pérdidas caloríficas (W)	Longitud (mm)	Potencia (W)
Vivienda	Aseo 1	Planta baja	Emisor eléctrico	1	A50	289	315	348
	Aseo 2	Planta baja	Emisor eléctrico	1	A49	290	315	348
	Aseo 3	Planta baja	Emisor eléctrico	1	A48	290	315	348
	Aseo 4	Planta baja	Emisor eléctrico	1	A47	218	315	348

Tipos de emisores eléctricos

Tipo	Descripción
1	Acumulador nocturno de calor estático, alimentación monofásica a 230 V de tensión, compuesto por material cerámico de acumulación, aislamiento microporoso de alta calidad, regulador electrónico de carga y limitador de seguridad, estando todo el conjunto recubierto de carcasa de chapa de acero pintada en epoxi, de 315x725x165 mm

3.- SISTEMAS DE SUELO RADIANTE

3.1.- Bases de cálculo

3.1.1.- Cálculo de la carga térmica de los recintos

Para diseñar una instalación de suelo radiante es necesario calcular previamente las cargas térmicas de los recintos. En caso de disponer de una instalación de refrigeración, se considera la carga térmica sensible instantánea para la hora y el día más desfavorable.

Una vez calculadas las cargas térmicas se describe la información necesaria para realizar el diseño de la instalación para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Recinto	Planta	$Q_{N,f}$ calefacción (W)	$Q_{N,f}$ refrigeración (W)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)	q refrigeración (W/m ²)
Vivienda	Dormitorio 3	Planta baja	690.59	453.61	17.59	39.3	25.8
	Salon-comedor-hall	Planta baja	6708.11	6359.70	149.64	44.8	42.5
	Despacho	Planta baja	761.57	879.26	22.95	33.2	38.3
	Pasillo	Planta baja	1671.63	750.50	48.23	34.7	15.6
	Cocina	Planta baja	1910.08	2332.88	40.59	47.1	57.5
	Dormitorio 4	Planta baja	1420.96	1021.99	27.97	50.8	36.5
	Dormitorio 2	Planta baja	446.55	396.00	18.49	24.2	21.4
	Dormitorio 1	Planta baja	454.40	401.67	18.80	24.2	21.4
	Dormitorio ppal	Planta baja	1744.55	1216.26	49.09	35.5	24.8

Abreviaturas utilizadas

$Q_{N,f}$ calefacción	Carga térmica de calefacción para el cálculo de suelo radiante	q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción
$Q_{N,f}$ refrigeración	Carga térmica de refrigeración para el cálculo de suelo radiante	q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración
S	Superficie del recinto		



Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación:

Suelo radiante para calefacción:

Tipos de recinto		$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)		29	20	100
Cuartos de baño y similares		33	24	100
Zona periférica		35	20	175
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo	q_G	Densidad de flujo térmico límite	
θ_i	Temperatura del recinto			

Suelo radiante para refrigeración:

Tipos de recinto		$\theta_{f,min}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)		19	24	35
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{f,min}$	Temperatura mínima de la superficie del suelo	q_G	Densidad de flujo térmico límite	
θ_i	Temperatura del recinto			

La densidad de flujo térmico límite según sea para calefacción o refrigeración se calcula por medio de la siguiente expresión:

Calefacción

Refrigeración

La temperatura máxima en la superficie limita que el suelo radiante pueda cubrir el total de las cargas térmicas. Para este caso es necesario disponer de emisores térmicos auxiliares para complementar el sistema



de suelo radiante. Para el caso de los recintos que superan la densidad máxima de flujo térmico se considera el límite descrito como valor de diseño.

3.1.2.- Localización de los colectores

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante.

Los colectores deben disponerse en un lugar centrado respecto a los recintos a los que da servicio, normalmente en pasillos y distribuidores.

Se describe a continuación la localización de los armarios introducidos en el proyecto y el número de circuitos que abastecen.

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
Vivienda	CC 1	C 1	Dormitorio 3	Planta baja
		C 2	Dormitorio 3	Planta baja
		C 3	Salon-comedor-hall	Planta baja
		C 4	Despacho	Planta baja
		C 5	Despacho	Planta baja
		C 6	Pasillo	Planta baja
		C 7	Salon-comedor-hall	Planta baja
		C 8	Salon-comedor-hall	Planta baja
		C 9	Salon-comedor-hall	Planta baja
		C 10	Salon-comedor-hall	Planta baja
	CC 2	C 1	Cocina	Planta baja
		C 2	Salon-comedor-hall	Planta baja
		C 3	Cocina	Planta baja
		C 4	Dormitorio 4	Planta baja
		C 5	Cocina	Planta baja
		C 6	Salon-comedor-hall	Planta baja
		C 7	Salon-comedor-hall	Planta baja
		C 8	Dormitorio 4	Planta baja
		C 9	Salon-comedor-hall	Planta baja
	CC 3	C 1	Dormitorio 2	Planta baja
		C 2	Dormitorio 2	Planta baja
		C 3	Dormitorio 1	Planta baja
		C 4	Dormitorio 1	Planta baja
		C 5	Pasillo	Planta baja
		C 6	Pasillo	Planta baja
	CC 4	C 1	Dormitorio ppal	Planta baja
		C 2	Dormitorio ppal	Planta baja
		C 3	Dormitorio ppal	Planta baja
		C 4	Dormitorio ppal	Planta baja
			Pasillo	Planta baja



3.1.3.- Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes

La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

donde:

A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m²)

e = Separación entre tuberías (m)

l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)

Se describen, a continuación, los parámetros necesarios para el diseño de cada uno de los circuitos de la instalación:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías (cm)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)	Longitud máxima (m)	Longitud real (m)
Vivienda	CC 1	C 1	Espiral	20.0	8.22	41.5	120.0	84.8
		C 2	Espiral	20.0	8.97	41.5		84.8
		C 3	Espiral	20.0	13.57	53.9		81.9
		C 4	Espiral	20.0	12.47	35.7		88.2
		C 5	Espiral	20.0	10.04	35.7		72.6
		C 6	Espiral	20.0	4.56	63.6		53.1
		C 7	Espiral	20.0	16.58	53.9		105.2
		C 8	Espiral	20.0	14.72	53.9		92.4
		C 9	Espiral	20.0	17.14	53.9		99.6
		C 10	Espiral	20.0	16.53	53.9		92.0
	CC 2	C 1	Espiral	20.0	17.16	49.2	120.0	102.0
		C 2	Espiral	20.0	6.84	53.9		41.0
		C 3	Espiral	20.0	12.46	49.2		72.7
		C 4	Espiral	20.0	9.44	57.3		59.0
		C 5	Espiral	20.0	10.00	49.2		70.9
		C 6	Espiral	20.0	19.13	53.9		115.5
		C 7	Espiral	20.0	17.43	53.9		101.3
		C 8	Espiral	20.0	15.35	57.3		111.1
		C 9	Espiral	20.0	4.78	53.9		25.3
	CC 3	C 1	Espiral	20.0	8.73	30.6	120.0	50.5
		C 2	Espiral	20.0	7.82	30.6		40.6
		C 3	Espiral	20.0	8.47	29.5		64.0
		C 4	Espiral	20.0	9.69	29.5		71.9
		C 5	Espiral	20.0	8.66	63.6		55.0
		C 6	Espiral	20.0	8.51	63.6		45.3
	CC 4	C 1	Espiral	20.0	10.04	37.5	120.0	56.8
		C 2	Espiral	20.0	10.59	37.5		65.0
		C 3	Espiral	20.0	13.94	37.5		76.4
		C 4	Espiral	20.0	16.60	44.6		85.0



Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías (cm)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)	Longitud máxima (m)	Longitud real (m)
Abreviaturas utilizadas								
S	Superficie del recinto			q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración			
q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción							

3.1.4.- Cálculo de la temperatura de impulsión del agua

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

donde:

q = Densidad de flujo térmico

K_H = Constante que depende de las siguientes variables:

- Suelo (espesor del revestimiento y conductividad)
- Losa de cemento (espesor y conductividad)
- Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

$\Delta\theta_H$ = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

- Temperatura de impulsión
- Temperatura de retorno
- Temperatura del recinto

Para calcular la temperatura de impulsión a partir de la máxima densidad de flujo térmico, se tomarán los siguientes datos:

- Calefacción: se fija un salto térmico del agua de 5°C.
- Refrigeración: se fija un salto térmico del agua de 2°C. En el caso de refrigeración siempre existe la limitación del punto de rocío, siendo la temperatura de impulsión, incrementada en un grado por las pérdidas, no inferior a la de rocío.

En el Anexo Norma UNE-EN 1264 se describe detalladamente la formulación utilizada en este cálculo.

Para el resto de recintos se debe utilizar la misma formulación, siendo la temperatura de retorno de cada uno de los circuitos el valor calculado.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	θ_v calefacción (°C)	θ_R calefacción (°C)	P_{inst} calefacción (W)	P_{req} calefacción (W)
Vivienda	CC 1	C 1	36.1	24.7	340.7	330.2
		C 2		24.7	372.0	360.4
		C 3		28.0	730.8	718.3



Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	θ_v calefacción (°C)	θ_R calefacción (°C)	P_{inst} calefacción (W)	P_{req} calefacción (W)				
		C 4			23.5	445.4	421.9			
		C 5			23.5	358.6	339.7			
		C 6			31.1	289.9	289.9			
		C 7			28.0	893.1	877.7			
		C 8			28.0	793.0	779.4			
		C 9			28.0	923.0	907.1			
		C 10			28.0	890.4	875.1			
		CC 2			C 1	34.9		27.3	844.7	827.1
					C 2			28.8	368.9	362.2
					C 3			27.3	613.6	600.8
	C 4		29.9	541.1	541.1					
	C 5		27.3	492.3	482.1					
	C 6		28.8	1031.5	1012.7					
	C 7		28.8	939.6	922.5					
	C 8		29.9	879.8	879.8					
	C 9		28.8	257.7	253.0					
	CC 3	C 1	36.1		22.6	266.8	235.5			
		C 2			22.6	239.0	211.0			
		C 3			22.4	249.8	211.9			
		C 4			22.4	285.9	242.5			
		C 5			31.1	550.8	550.8			
		C 6			31.1	541.1	541.1			
	CC 4	C 1	32.5		25.3	376.1	375.7			
		C 2			25.3	396.9	396.4			
		C 3			25.3	522.3	521.7			
		C 4			27.5	740.5	740.5			
	Abreviaturas utilizadas									
	θ_v calefacción	<i>Temperatura de impulsión calefacción</i>		θ_v refrigeración	<i>Temperatura de impulsión refrigeración</i>					
θ_R calefacción	<i>Temperatura de retorno calefacción</i>		θ_R refrigeración	<i>Temperatura de retorno refrigeración</i>						
P_{inst} calefacción	<i>Potencia instalada de calefacción</i>		P_{inst} refrigeración	<i>Potencia instalada de refrigeración</i>						
P_{req} calefacción	<i>Potencia requerida de calefacción</i>		P_{req} refrigeración	<i>Potencia requerida de refrigeración</i>						

3.1.5.- Cálculo del caudal de agua de los circuitos

El caudal del circuito se calcula con la siguiente expresión:

donde:

A_F = Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante

q = Densidad de flujo térmico



σ = Salto de temperatura

c_w = Calor específico del agua

R_o = Resistencia térmica parcial ascendente del suelo

R_u = Resistencia térmica parcial descendente del suelo

θ_u = Temperatura del recinto inferior

θ_i = Temperatura del recinto

Los valores de las resistencias térmicas, tanto ascendente como descendente, se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda, B} + \frac{S_u}{\lambda_u}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_u = R_{\lambda, 1} + R_{\lambda, 2} + R_{\lambda, 3} + R_{\alpha, 4}$$

$$R_{\alpha, 4} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

donde:

$R_{\lambda, B}$ = Resistencia térmica del revestimiento del suelo

S_u = Espesor, por encima del tubo, de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

λ_u = Conductividad térmica de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

$R_{\lambda, 1}$ = Resistencia térmica del aislante

$R_{\lambda, 2}$ = Resistencia térmica del forjado

$R_{\lambda, 3}$ = Resistencia térmica del falso techo

$R_{\alpha, 4}$ = Resistencia térmica del techo

3.2.- Dimensionado

3.2.1.- Dimensionado del circuito hidráulico

El dimensionamiento de las tuberías se realiza tomando los siguientes parámetros:

- Velocidad máxima = 2.0 m/s
- Pérdida de presión máxima por unidad de longitud = 400.0 Pa/m

Se describe a continuación la instalación calculada:



Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	\varnothing_N (mm)	Caudal calefacción (l/h)	ΔP calefacción (kPa)
Vivienda	CC 1	Tipo 1	C 1	16	31.41	1.2
			C 2	16	34.29	1.4
			C 3	16	93.46	7.1
			C 4	16	37.44	1.7
			C 5	16	30.14	1.0
			C 6	16	59.73	2.2
			C 7	16	114.21	12.9
			C 8	16	101.42	9.3
			C 9	16	118.03	12.9
			C 10	16	113.87	11.2
	CC 2	Tipo 1	C 1	16	116.45	13.0
			C 2	16	62.60	1.8
			C 3	16	84.59	5.4
			C 4	16	111.93	7.0
			C 5	16	67.87	3.6
			C 6	16	175.05	29.5
			C 7	16	159.46	22.1
			C 8	16	181.98	30.4
			C 9	16	43.73	0.6
	CC 3	Tipo 1	C 1	16	21.16	0.4
			C 2	16	18.96	0.3
			C 3	16	19.63	0.4
			C 4	16	22.47	0.6
			C 5	16	113.48	6.7
			C 6	16	111.48	5.3
	CC 4	Tipo 1	C 1	16	55.76	2.1
			C 2	16	58.83	2.7
			C 3	16	77.43	5.0
			C 4	16	154.95	17.9

Abreviaturas utilizadas

\varnothing_N	<i>Diámetro nominal</i>	Caudal refrigeración	<i>Caudal del circuito refrigeración</i>
Caudal calefacción	<i>Caudal del circuito calefacción</i>	ΔP refrigeración	<i>Pérdida de presión del circuito refrigeración</i>
ΔP calefacción	<i>Pérdida de presión del circuito calefacción</i>		

Equipo	Descripción
Tipo 1	Colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes



La bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable y la suma de caudales de los circuitos.

3.2.2.- Selección de la caldera o bomba de calor

La bomba de calor o la caldera se seleccionan en función de la carga máxima simultánea del conjunto de recintos.

Equipo	Conjunto de recintos	Armario de colectores	Potencia de calefacción instalada (W)
Tipo 1	Vivienda	CC 1	6036.9
		CC 2	5969.2
		CC 3	2133.4
		CC 4	2035.8

Equipo	Descripción
Tipo 1	Caldera de pie, de condensación con recuperador de acero inoxidable, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, eficiencia energética clase A, caudal másico de gas de escape 0,0089 kg/s, con contenido de CO2 14%, presión de impulsión disponible 30 Pa, contenido de agua 33 l, "JUNKERS"

ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264



ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264

El flujo de calor procedente de las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión:

La expresión anterior es válida para una separación máxima entre tuberías que cumpla $T < 0.375$ m.

La siguiente expresión es válida para una separación mínima entre tuberías que cumpla $T > 0.375$ m.

a_B : Factor de revestimiento del suelo



$$\alpha = 10.8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$\lambda_{u,0} = 1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$S_{u,0} = 0.045 \text{ m}$$

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento

λ_E = Conductividad térmica del revestimiento

a_T : Factor de paso

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
a_T	1.23	1.188	1.156	1.134

a_U : Factor de recubrimiento



$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _U			
0.05	1.069	1.056	1.043	1.037
0.075	1.066	1.053	1.041	1.035
0.1	1.063	1.05	1.039	1.0335
0.15	1.057	1.046	1.035	1.0305
0.2	1.051	1.041	1.0315	1.0275
0.225	1.048	1.038	1.0295	1.026
0.3	1.0395	1.031	1.024	1.021
0.375	1.03	1.022	1.018	1.015

a_D: Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _D			
0.05	1.013	1.013	1.012	1.011
0.075	1.021	1.019	1.016	1.014
0.1	1.029	1.025	1.022	1.018
0.15	1.04	1.034	1.029	1.024
0.2	1.046	1.04	1.035	1.03
0.225	1.049	1.043	1.038	1.033
0.3	1.053	1.049	1.044	1.039
0.375	1.056	1.051	1.046	1.042

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.050 \text{ m} \leq T \leq 0.375 \text{ m}$, donde T es la separación entre tuberías.

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $S_u \geq 0.015 \text{ m}$, donde S_u es el espesor de la capa por encima de la tubería.



La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.010 \text{ m} \leq D \leq 0.030 \text{ m}$, donde D es el diámetro exterior de la tubería, incluido el revestimiento, si procede.

Tipo de superficie	B_0 (W/(m ² ·K))
Suelo radiante para calefacción	6.7
Suelo radiante para refrigeración	5.2

Cuando la tubería tiene las siguientes propiedades:

Conductividad térmica

Espesor de la capa

Si las tuberías no cumplen las condiciones anteriores, debe utilizarse la siguiente expresión:

donde:

λ_R = Conductividad de la capa de la tubería

$\lambda_{R,0} = 0.35 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

s_R = Espesor de pared de la tubería

$s_{R,0} = (d_a - d_i)/2 = 0.002 \text{ m}$

donde:

θ_R = Temperatura de retorno

θ_V = Temperatura de impulsión

8 Anexo del cumplimiento DB-HE2 (bomba de calor reversible)

ÍNDICE

1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS	2
1.1.- Exigencia de bienestar e higiene	2
1.1.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1	2
1.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2	2
1.1.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3	3
1.1.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4	3
1.2.- Exigencia de eficiencia energética	3
1.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1	3
1.2.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2	6
1.2.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3	9
1.2.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5	10
1.2.5.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6	10
1.2.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7	10
1.2.7.- Lista de los equipos consumidores de energía	11
1.3.- Exigencia de seguridad	12
1.3.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.	12
1.3.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.	12
1.3.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.	14
1.3.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.	14



1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

1.1.- Exigencia de bienestar e higiene

1.1.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

1.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2

1.1.2.1.- Categorías de calidad del aire interior

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.



1.1.2.2.- Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m ³ /h)	Por unidad de superficie (m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

1.1.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

1.1.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

1.2.- Exigencia de eficiencia energética

1.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1

1.2.1.1.- Generalidades

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

1.2.1.2.- Cargas térmicas

1.2.1.2.1.- Cargas máximas simultáneas

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:



JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS, RITE

BOMBA-CALOR

Fecha:
16/12/20

Refrigeración

Conjunto: Casa														
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica				
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)	
Dormitorio ppal	Planta baja	401.46	447.10	481.99	874.02	908.91	132.56	342.24	745.76	33.70	1216.26	1654.66	1654.66	
Dormitorio 1	Planta baja	49.49	213.24	248.13	270.62	305.51	50.76	131.05	285.56	31.44	401.67	591.07	591.07	
Dormitorio 2	Planta baja	48.52	210.83	245.72	267.13	302.02	49.91	128.87	280.81	31.53	396.00	582.84	582.84	
Dormitorio 3	Planta baja	117.47	203.89	238.78	331.00	365.89	47.49	122.60	267.16	35.99	453.61	633.05	633.05	
Dormitorio 4	Planta baja	518.94	284.00	318.89	827.03	861.92	75.51	194.95	424.81	46.01	1021.99	1286.73	1286.73	
Cocina	Planta baja	722.45	1176.18	1410.65	1955.59	2190.06	292.26	377.29	1266.95	85.17	2332.88	3457.02	3457.02	
Pasillo	Planta baja	434.25	131.16	131.16	582.38	582.38	130.23	168.12	564.57	23.78	750.50	1146.95	1146.95	
Despacho	Planta baja	96.36	689.82	899.16	809.77	1019.11	64.80	69.49	284.61	56.80	879.26	1206.85	1303.72	
Salon-comedor-hall	Planta baja	2366.27	2795.42	2900.09	5316.53	5421.20	404.03	1043.16	2273.08	51.42	6359.70	7694.29	7694.29	
Total							1247.5	Carga total simultánea				18253.5		

Calefacción

Conjunto: Casa							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Dormitorio ppal	Planta baja	928.44	132.56	813.29	35.48	1741.73	1741.73
Dormitorio 1	Planta baja	141.89	50.76	311.42	24.11	453.32	453.32
Dormitorio 2	Planta baja	139.24	49.91	306.24	24.10	445.49	445.49
Dormitorio 3	Planta baja	398.23	47.49	291.35	39.21	689.58	689.58
Dormitorio 4	Planta baja	956.07	75.51	463.28	50.75	1419.35	1419.35
Aseo 1	Planta baja	123.70	54.00	165.66	38.82	289.36	289.36
Aseo 2	Planta baja	124.77	54.00	165.66	38.58	290.43	290.43
Aseo 3	Planta baja	124.20	54.00	165.66	38.27	289.86	289.86
Aseo 4	Planta baja	52.61	54.00	165.66	34.85	218.27	218.27
Cocina	Planta baja	1011.18	292.26	896.57	47.00	1907.75	1907.75
Pasillo	Planta baja	1269.34	130.23	399.53	34.60	1668.86	1668.86
Despacho	Planta baja	362.68	64.80	397.58	33.12	760.26	760.26
Salon-comedor-hall	Planta baja	4220.58	404.03	2478.93	44.77	6699.52	6699.52
Total			1463.5	Carga total simultánea		16873.8	

En el anexo aparece el cálculo de la carga térmica para cada uno de los recintos de la instalación.

1.2.1.2.2.- Cargas parciales y mínimas

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Casa	7.47	8.56	10.62	13.68	15.91	16.44	18.25	18.19	16.65	13.88	9.62	7.84



Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Casa	16.87	16.87	16.87

1.2.1.3.- Potencia térmica instalada

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos		P _{instalada} (kW)	%q _{tub}	%q _{equipos}	Q _{ref} (kW)	Total (kW)
Casa		19.10	3.59	2.00	18.25	19.32
Abreviaturas utilizadas						
P _{instalada}	Potencia instalada (kW)		%q _{equipos}	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
%q _{tub}	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para refrigeración respecto a la potencia instalada (%)		Q _{ref}	Carga máxima simultánea de refrigeración (kW)		

Conjunto de recintos		P _{instalada} (kW)	%q _{tub}	%q _{equipos}	Q _{cal} (kW)	Total (kW)
Casa		21.76	3.85	2.00	16.87	18.15
Abreviaturas utilizadas						
P _{instalada}	Potencia instalada (kW)		%q _{equipos}	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
%q _{tub}	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)		Q _{cal}	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)		

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de refrigeración (kW)	Potencia de refrigeración (kW)	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	19.10	18.25	21.76	16.87
Total	19.1	18.3	21.8	16.9

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo Ecolean EAR 0211SKHN "LENNOX", potencia frigorífica nominal de 19,1 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 19,8 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 5 l, presión nominal disponible de 126 kPa) y depósito de inercia de 50 l, caudal de agua nominal de 3,29 m ³ /h, y potencia sonora de 78,6 dBA; con interruptor de caudal, filtro, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire

**1.2.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2****1.2.2.1.- Aislamiento térmico en redes de tuberías****1.2.2.1.1.- Introducción**

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

1.2.2.1.2.- Tuberías en contacto con el ambiente exterior

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de verano: 33.1 °C

Temperatura seca exterior de invierno: 2.1 °C

Velocidad del viento: 7.2 m/s

1.2.2.1.3.- Tuberías en contacto con el ambiente interior

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1.

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	50 mm	0.037	29	5.48	5.66	4.92	54.8	6.22	69.4
Tipo 1	18 mm	0.037	25	10.21	21.84	2.49	79.8	2.92	93.6
Tipo 1	32 mm	0.037	27	30.72	30.59	3.65	223.6	4.43	271.4
Tipo 1	25 mm	0.037	25	21.46	21.41	3.65	156.4	4.79	205.3
Tipo 1	16 mm	0.037	25	15.67	15.64	2.44	76.5	2.83	88.5
Tipo 1	20 mm	0.037	25	22.44	10.61	2.87	94.8	3.34	110.4
						Total	686	Total	839



Tubería	\emptyset	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$Q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$Q_{\text{cal.}}$ (W)
Abreviaturas utilizadas									
\emptyset	Diámetro nominal			$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud				
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento			$Q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración				
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento			$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud				
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión			$Q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción				
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno								

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

1.2.2.1.4.- Pérdida de calor en tuberías

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de refrigeración (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	19.10	21.76
Total	19.10	21.76

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo Ecolean EAR 0211SKHN "LENNOX", potencia frigorífica nominal de 19,1 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 19,8 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 5 l, presión nominal disponible de 126 kPa) y depósito de inercia de 50 l, caudal de agua nominal de 3,29 m³/h, y potencia sonora de 78,6 dBA; con interruptor de caudal, filtro, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Refrigeración

Potencia de los equipos (kW)	q_{ref} (W)	Pérdida de calor (%)
19.10	685.9	3.6



Calefacción

Potencia de los equipos (kW)	q _{cal} (W)	Pérdida de calor (%)
21.76	838.5	3.9

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.

1.2.2.2.- Eficiencia energética de los equipos para el transporte de fluidos

Se describe a continuación la potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos y sus valores límite según la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.5.

Equipos	Sistema	Categoría	Categoría límite
Tipo 1 (Aseo 4 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 2 (Almacén - Planta 0)	Climatización	SFP1	SFP4
Tipo 3 (Pasillo 2 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 3 (Pasillo - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 4 (Aseo 3 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 4 (Aseo 1 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 4 (Aseo 2 - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4
Tipo 1 (Dormitorio ppal - Planta 0)	Climatización	SFP2	SFP4

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 428 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 2,75 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 2,72 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,571 m ³ /h, caudal de aire nominal de 400 m ³ /h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 51 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF
Tipo 2	Fancoil horizontal, modelo KCN-35 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 9,4 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 10,4 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 1,6 m ³ /h, caudal de aire nominal de 1300 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 64,5 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-4, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF
Tipo 3	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 430 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 3,34 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 3,53 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,719 m ³ /h, caudal de aire nominal de 460 m ³ /h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 47 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1,6, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF



Equipos	Referencia
Tipo 4	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 426 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 1,65 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 1,6 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,358 m ³ /h, caudal de aire nominal de 220 m ³ /h, presión de aire nominal de 27 Pa y potencia sonora nominal de 46 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF

1.2.2.3.- Eficiencia energética de los motores eléctricos

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

1.2.2.4.- Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

1.2.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

1.2.3.1.- Generalidades

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

1.2.3.2.- Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:



Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
Casa	THM-C3

1.2.3.3.- Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

1.2.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado

1.2.4.5

1.2.4.1.- Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

1.2.5.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico.

1.2.6.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".



- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

1.2.7.- Lista de los equipos consumidores de energía

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

Enfriadoras y bombas de calor

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo Ecolean EAR 0211SKHN "LENNOX", potencia frigorífica nominal de 19,1 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 19,8 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 5 l, presión nominal disponible de 126 kPa) y depósito de inercia de 50 l, caudal de agua nominal de 3,29 m ³ /h, y potencia sonora de 78,6 dBA; con interruptor de caudal, filtro, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire

Equipos de transporte de fluidos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 428 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 2,75 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 2,72 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,571 m ³ /h, caudal de aire nominal de 400 m ³ /h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 51 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF
Tipo 2	Fancoil horizontal, modelo KCN-35 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 9,4 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 10,4 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 1,6 m ³ /h, caudal de aire nominal de 1300 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 64,5 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-4, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF
Tipo 3	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 430 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 3,34 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 3,53 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,719 m ³ /h, caudal de aire nominal de 460 m ³ /h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 47 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1,6, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF



Equipos	Referencia
Tipo 4	Fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 426 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 1,65 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 1,6 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,358 m ³ /h, caudal de aire nominal de 220 m ³ /h, presión de aire nominal de 27 Pa y potencia sonora nominal de 46 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF

1.3.- Exigencia de seguridad

1.3.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

1.3.1.1.- Condiciones generales

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.

1.3.1.2.- Salas de máquinas

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

1.3.1.3.- Chimeneas

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

1.3.1.4.- Almacenamiento de biocombustibles sólidos

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

1.3.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.

1.3.2.1.- Alimentación

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:



Potencia térmica nominal (kW)	Calor DN (mm)	Frio DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

1.3.2.2.- Vaciado y purga

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

1.3.2.3.- Expansión y circuito cerrado

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

1.3.2.4.- Dilatación, golpe de ariete, filtración

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.



La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

1.3.2.5.- Conductos de aire

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.

1.3.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

1.3.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.



ÍNDICE

1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS	2
2.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS	3
3.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS	6
4.- UNIDADES NO AUTÓNOMAS PARA CLIMATIZACIÓN (FANCOILS)	12



1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS

Tramo		Conductos							
Inicio	Final	Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A2-Planta baja	N11-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	0.61	1.06	32.70	18.97
A2-Planta baja	N11-Planta baja	390.0	150x150	5.1	164.0	3.11	4.97	48.60	3.07
A2-Planta baja	N11-Planta baja	260.0	150x150	3.4	164.0	2.05	4.97	50.60	1.07
A2-Planta baja	N11-Planta baja	130.0	150x150	1.7	164.0	2.66	4.97	51.67	
A2-Planta baja	N11-Planta baja		150x150		164.0	1.55		46.70	
A2-Planta baja	N13-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	2.73	4.83	19.58	3.58
A2-Planta baja	N13-Planta baja	300.0	150x150	3.9	164.0	1.90	4.83	21.98	1.18
A2-Planta baja	N13-Planta baja	150.0	150x150	2.0	164.0	2.10	4.83	23.16	
A2-Planta baja	N13-Planta baja		150x150		164.0	1.01		18.33	
A3-Planta baja	N12-Planta baja	1500.0	600x150	5.5	310.2	8.53	6.95	31.80	31.26
A3-Planta baja	N12-Planta baja	1269.4	500x150	5.5	286.8	4.03	6.95	46.31	16.76
A3-Planta baja	N12-Planta baja	1038.8	400x150	5.4	260.1	2.37	6.95	54.71	8.35
A3-Planta baja	N12-Planta baja	808.2	400x150	4.2	260.1	3.50	4.97	55.58	7.48
A3-Planta baja	N12-Planta baja	538.8	300x150	3.6	228.5	2.54	4.97	59.86	3.21
A3-Planta baja	N12-Planta baja	269.4	250x150	2.2	210.0	7.48	4.97	63.06	
A3-Planta baja	N12-Planta baja		250x150		210.0	0.66		58.09	
A4-Planta baja	N7-Planta baja	500.0	200x150	5.0	188.9	3.05	1.07	24.02	11.73
A4-Planta baja	N7-Planta baja	375.0	150x150	4.9	164.0	1.61	1.07	31.49	4.26
A4-Planta baja	N7-Planta baja	250.0	150x150	3.3	164.0	2.88	1.07	35.28	0.48
A4-Planta baja	N7-Planta baja	125.0	150x150	1.6	164.0	1.80	1.07	35.75	
A4-Planta baja	N7-Planta baja		150x150		164.0	1.12		34.68	
A5-Planta baja	N9-Planta baja	500.0	200x150	5.0	188.9	1.22		30.07	
A5-Planta baja	N5-Planta baja	500.0	200x150	5.0	188.9	3.63	5.96	17.85	5.44
A5-Planta baja	N5-Planta baja	333.3	150x150	4.4	164.0	1.82	5.96	22.70	0.59
A5-Planta baja	N5-Planta baja	166.7	150x150	2.2	164.0	1.33	5.96	23.29	
A5-Planta baja	N5-Planta baja		150x150		164.0	0.61		17.32	
A6-Planta baja	N48-Planta baja	220.0	150x150	2.9	164.0	0.25	1.06	1.24	2.79
A6-Planta baja	N48-Planta baja	160.0	150x150	2.1	164.0	2.94	1.88	3.84	0.20
A6-Planta baja	N48-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.70		2.04	
A7-Planta baja	N52-Planta baja	220.0	150x150	2.9	164.0	0.30	1.06	1.28	2.87
A7-Planta baja	N52-Planta baja	160.0	150x150	2.1	164.0	3.07	1.88	3.93	0.22
A7-Planta baja	N52-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.50		2.11	
A8-Planta baja	N50-Planta baja	220.0	150x150	2.9	164.0	0.32	1.06	1.29	2.75
A8-Planta baja	N50-Planta baja	160.0	150x150	2.1	164.0	2.84	1.88	3.84	0.19
A8-Planta baja	N50-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.74		2.05	
A9-Planta baja	N4-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	1.36	2.38	36.57	14.03
A9-Planta baja	N4-Planta baja	360.0	150x150	4.7	164.0	3.42	2.38	45.00	5.60
A9-Planta baja	N4-Planta baja	270.0	150x150	3.6	164.0	3.04	2.38	48.18	2.41
A9-Planta baja	N4-Planta baja	180.0	150x150	2.4	164.0	3.09	2.38	50.34	0.25
A9-Planta baja	N4-Planta baja	90.0	150x150	1.2	164.0	1.69	2.38	50.59	
A9-Planta baja	N4-Planta baja		150x150		164.0	0.82		48.21	



Cálculo de la instalación

Conductos									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
A9-Planta baja	N6-Planta baja	450.0	150x150	5.9	164.0	3.69	4.83	22.11	1.61
A9-Planta baja	N6-Planta baja	300.0	150x150	3.9	164.0	1.01	4.83	23.40	0.32
A9-Planta baja	N6-Planta baja	150.0	150x150	2.0	164.0	0.89	4.83	23.72	
A9-Planta baja	N6-Planta baja		150x150		164.0	0.48		18.89	
N51-Planta baja	N2-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.78	1.88	4.15	
N51-Planta baja	N2-Planta baja		150x150		164.0	0.73		2.26	
N52-Planta baja	N51-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.53		2.17	
N49-Planta baja	N3-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.30	1.88	4.03	
N49-Planta baja	N3-Planta baja		150x150		164.0	1.19		2.15	
N50-Planta baja	N49-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.53		2.11	
N47-Planta baja	N1-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.42	1.88	4.03	
N47-Planta baja	N1-Planta baja		150x150		164.0	1.08		2.15	
N48-Planta baja	N47-Planta baja	80.0	150x150	1.1	164.0	0.53		2.10	
N9-Planta baja	N8-Planta baja	230.2	150x150	3.0	164.0	1.74	1.73	33.06	21.87
N9-Planta baja	N8-Planta baja	153.5	150x150	2.0	164.0	2.30	1.73	33.94	21.00
N9-Planta baja	N8-Planta baja	76.7	150x150	1.0	164.0	2.47	1.73	34.21	20.72
N9-Planta baja	N8-Planta baja		150x150		164.0	0.91		32.48	
N9-Planta baja	N10-Planta baja	269.8	150x150	3.5	164.0	11.75	5.35	54.40	0.53
N9-Planta baja	N10-Planta baja	134.9	150x150	1.8	164.0	1.77	5.35	54.94	
N9-Planta baja	N10-Planta baja		150x150		164.0	0.56		49.59	
Abreviaturas utilizadas									
Q	Caudal			L	Longitud				
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			ΔP ₁	Pérdida de presión				
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada				
Φ	Diámetro equivalente.			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				

**2.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS**

Difusores y rejillas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dBA)	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A14-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		425x125	436.1	220.00		35.9	10.21	10.21	0.00
A59-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		425x125	436.1	220.00		35.9	10.21	10.21	0.00
A60-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		425x125	436.1	220.00		35.9	10.21	10.21	0.00
A2 -> N11, (48.02, 18.08), 0.61 m: Rejilla de impulsión		225x125	60.0	140.00	1.8	< 20 dB	1.06	32.70	18.97
A2 -> N11, (46.20, 19.37), 3.72 m: Rejilla de impulsión		225x125	130.0	140.00	3.9	< 20 dB	4.97	48.60	3.07
A2 -> N11, (44.15, 19.37), 5.77 m: Rejilla de impulsión		225x125	130.0	140.00	3.9	< 20 dB	4.97	50.60	1.07
A2 -> N11, (43.03, 17.83), 8.43 m: Rejilla de impulsión		225x125	130.0	140.00	3.9	< 20 dB	4.97	51.67	0.00
A2 -> N13, (50.96, 16.91), 2.73 m: Rejilla de retorno		225x125	150.0	110.00		24.5	4.83	19.58	3.58
A2 -> N13, (52.86, 16.91), 4.63 m: Rejilla de retorno		225x125	150.0	110.00		24.5	4.83	21.98	1.18
A2 -> N13, (53.92, 17.96), 6.73 m: Rejilla de retorno		225x125	150.0	110.00		24.5	4.83	23.16	0.00
A3 -> N12, (47.17, 20.75), 8.53 m: Rejilla de impulsión		325x125	230.6	210.00	5.6	< 20 dB	6.95	31.80	31.26
A3 -> N12, (44.72, 22.32), 12.56 m: Rejilla de impulsión		325x125	230.6	210.00	5.6	< 20 dB	6.95	46.31	16.76
A3 -> N12, (44.72, 24.70), 14.94 m: Rejilla de impulsión		325x125	230.6	210.00	5.6	< 20 dB	6.95	54.71	8.35
A3 -> N12, (44.72, 28.19), 18.43 m: Rejilla de impulsión		425x125	269.4	290.00	5.6	< 20 dB	4.97	55.58	7.48
A3 -> N12, (44.72, 30.74), 20.97 m: Rejilla de impulsión		425x125	269.4	290.00	5.6	< 20 dB	4.97	59.86	3.21
A3 -> N12, (44.72, 38.22), 28.46 m: Rejilla de impulsión		425x125	269.4	290.00	5.6	< 20 dB	4.97	63.06	0.00
A4 -> N7, (57.98, 37.32), 3.05 m: Rejilla de impulsión		425x125	125.0	290.00	2.6	< 20 dB	1.07	24.02	11.73
A4 -> N7, (56.38, 37.32), 4.65 m: Rejilla de impulsión		425x125	125.0	290.00	2.6	< 20 dB	1.07	31.49	4.26
A4 -> N7, (54.75, 36.07), 7.53 m: Rejilla de impulsión		425x125	125.0	290.00	2.6	< 20 dB	1.07	35.28	0.48
A4 -> N7, (54.75, 34.26), 9.34 m: Rejilla de impulsión		425x125	125.0	290.00	2.6	< 20 dB	1.07	35.75	0.00
A5 -> N5, (56.41, 44.18), 3.63 m: Rejilla de retorno		225x125	166.7	110.00		27.7	5.96	17.85	5.44
A5 -> N5, (55.26, 43.51), 5.45 m: Rejilla de retorno		225x125	166.7	110.00		27.7	5.96	22.70	0.59



Difusores y rejillas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dBA)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A5 -> N5, (55.26, 42.17), 6.79 m: Rejilla de retorno		225x125	166.7	110.00		27.7	5.96	23.29	0.00
A6 -> N48, (55.68, 48.68), 0.25 m: Rejilla de impulsión		225x125	60.0	140.00	1.8	< 20 dB	1.06	1.24	2.79
A6 -> N48, (57.82, 50.31), 3.19 m: Rejilla de impulsión		225x125	80.0	140.00	2.4	< 20 dB	1.88	3.84	0.20
A7 -> N52, (37.51, 48.73), 0.30 m: Rejilla de impulsión		225x125	60.0	140.00	1.8	< 20 dB	1.06	1.28	2.87
A7 -> N52, (39.84, 50.31), 3.38 m: Rejilla de impulsión		225x125	80.0	140.00	2.4	< 20 dB	1.88	3.93	0.22
A8 -> N50, (48.37, 48.74), 0.32 m: Rejilla de impulsión		225x125	60.0	140.00	1.8	< 20 dB	1.06	1.29	2.75
A8 -> N50, (46.26, 50.31), 3.16 m: Rejilla de impulsión		225x125	80.0	140.00	2.4	< 20 dB	1.88	3.84	0.19
A9 -> N4, (29.76, 48.84), 1.36 m: Rejilla de impulsión		225x125	90.0	140.00	2.7	< 20 dB	2.38	36.57	14.03
A9 -> N4, (27.73, 50.23), 4.78 m: Rejilla de impulsión		225x125	90.0	140.00	2.7	< 20 dB	2.38	45.00	5.60
A9 -> N4, (24.69, 50.23), 7.82 m: Rejilla de impulsión		225x125	90.0	140.00	2.7	< 20 dB	2.38	48.18	2.41
A9 -> N4, (22.62, 49.21), 10.91 m: Rejilla de impulsión		225x125	90.0	140.00	2.7	< 20 dB	2.38	50.34	0.25
A9 -> N4, (22.62, 47.52), 12.60 m: Rejilla de impulsión		225x125	90.0	140.00	2.7	< 20 dB	2.38	50.59	0.00
A9 -> N6, (28.68, 47.24), 3.69 m: Rejilla de retorno		225x125	150.0	110.00		24.5	4.83	22.11	1.61
A9 -> N6, (28.68, 48.26), 4.70 m: Rejilla de retorno		225x125	150.0	110.00		24.5	4.83	23.40	0.32
A9 -> N6, (28.68, 49.15), 5.59 m: Rejilla de retorno		225x125	150.0	110.00		24.5	4.83	23.72	0.00
N51 -> N2, (41.65, 50.31), 0.78 m: Rejilla de impulsión		225x125	80.0	140.00	2.4	< 20 dB	1.88	4.15	0.00
N49 -> N3, (44.69, 50.31), 0.30 m: Rejilla de impulsión		225x125	80.0	140.00	2.4	< 20 dB	1.88	4.03	0.00
N47 -> N1, (59.47, 50.31), 0.42 m: Rejilla de impulsión		225x125	80.0	140.00	2.4	< 20 dB	1.88	4.03	0.00
N9 -> N8, (52.64, 45.63), 1.74 m: Rejilla de impulsión		225x125	76.7	140.00	2.3	< 20 dB	1.73	33.06	21.87
N9 -> N8, (50.34, 45.63), 4.04 m: Rejilla de impulsión		225x125	76.7	140.00	2.3	< 20 dB	1.73	33.94	21.00
N9 -> N8, (47.87, 45.63), 6.51 m: Rejilla de impulsión		225x125	76.7	140.00	2.3	< 20 dB	1.73	34.21	20.72
N9 -> N10, (60.66, 41.86), 11.75 m: Rejilla de impulsión		225x125	134.9	140.00	4.0	< 20 dB	5.35	54.40	0.53
N9 -> N10, (60.66, 43.62), 13.52 m: Rejilla de impulsión		225x125	134.9	140.00	4.0	< 20 dB	5.35	54.94	0.00



Difusores y rejillas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dBA)	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Abreviaturas utilizadas									
Φ	Diámetro			P	Potencia sonora				
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			ΔP_1	Pérdida de presión				
Q	Caudal			ΔP	Pérdida de presión acumulada				
A	Área efectiva			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				
X	Alcance								

**3.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS**

Tuberías (Refrigeración)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.88	0.7	0.19	0.031	0.03
A1-Planta baja	N19-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.88	0.7	0.85	0.139	0.17
A2-Planta baja	N36-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.06	0.4	7.11	1.905	2.31
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.06	0.4	2.86	0.766	25.34
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.06	0.4	0.24	0.065	2.37
A3-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.39	0.7	2.92	1.020	30.44
A4-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.14	0.4	3.75	0.769	7.22
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.14	0.4	2.86	0.585	28.34
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.14	0.4	0.18	0.037	7.25
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	2.86	0.427	29.55
A5-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	0.05	0.007	8.63
A6-Planta baja	A6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.3	0.05	0.008	9.09
A6-Planta baja	A6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.3	2.86	0.478	30.46
A7-Planta baja	A7-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	0.05	0.007	13.71
A7-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	2.23	0.333	13.70
A7-Planta baja	A7-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	2.86	0.427	35.03
A8-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	1.97	0.288	9.73
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	2.86	0.417	31.06
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.2	0.05	0.007	9.74
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.08	0.4	2.86	0.626	38.16
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.08	0.4	0.05	0.011	15.33
N24-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.08	0.4	8.93	1.956	15.32



Tuberías (Refrigeración)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N27-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.11	0.5	10.61	3.918	13.37
N28-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.14	0.4	5.80	1.109	9.45
N28-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.15	0.5	1.27	0.281	8.62
N34-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.28	0.5	14.48	2.853	8.34
N34-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.14	0.4	4.70	0.962	6.45
N36-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.82	0.6	3.03	0.436	0.84
N36-Planta baja	N19-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.88	0.7	1.41	0.230	0.40
N14-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.39	0.7	0.16	0.057	1.42
N14-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.39	0.7	1.52	0.532	1.37
N15-Planta baja	N34-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.42	0.8	11.64	4.649	5.48
N17-Planta baja	A6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.03	0.3	2.74	0.458	9.08
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.88	0.7	0.42	0.067	0.07
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno	18 mm	0.06	0.4	2.90	0.742	2.98
A2-Planta baja	N36-Planta baja	Retorno	18 mm	0.06	0.4	7.11	1.820	2.23
A3-Planta baja	A3-Planta baja	Retorno	32 mm	0.39	0.7	2.83	0.953	2.34
A3-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno	32 mm	0.39	0.7	0.11	0.038	1.38
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Retorno	25 mm	0.14	0.4	2.90	0.569	7.54
A4-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno	25 mm	0.14	0.4	3.75	0.737	6.97
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	2.90	0.415	8.75
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	0.05	0.007	8.34
A5-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	0.05	0.007	8.33
A6-Planta baja	A6-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.3	2.90	0.461	9.22
A7-Planta baja	A7-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.2	2.90	0.411	13.60



Cálculo de la instalación

Tuberías (Refrigeración)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A7-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.2	2.23	0.316	13.19
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.2	2.90	0.401	9.79
A8-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.2	1.97	0.273	9.39
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno (*)	18 mm	0.08	0.5	2.90	1.141	17.53
N19-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.88	0.7	0.80	0.126	0.19
N24-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno (*)	18 mm	0.08	0.5	8.93	3.517	16.39
N27-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.11	0.5	10.61	3.755	12.88
N28-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.14	0.4	5.80	1.063	9.12
N28-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	25 mm	0.15	0.5	1.27	0.269	8.33
N34-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.28	0.5	14.48	2.742	8.06
N34-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno	25 mm	0.14	0.4	4.70	0.922	6.24
N36-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.82	0.6	3.03	0.420	0.84
N36-Planta baja	N19-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.88	0.7	1.41	0.222	0.42
N14-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno	32 mm	0.39	0.7	1.52	0.512	1.35
N15-Planta baja	N34-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.42	0.8	11.64	4.480	5.32
N17-Planta baja	A6-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.3	2.74	0.436	8.76

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas

Φ	Diámetro nominal	L	Longitud
Q	Caudal	ΔP ₁	Pérdida de presión
V	Velocidad	ΔP	Pérdida de presión acumulada

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.81	0.6	0.19	0.022	0.02
A1-Planta baja	N19-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.81	0.6	0.85	0.100	0.12



Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A2-Planta baja	N36-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.08	0.5	7.11	2.307	2.59
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.08	0.5	2.86	0.927	25.80
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión	18 mm	0.08	0.5	0.24	0.079	2.67
A3-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.29	0.5	2.92	0.498	29.37
A4-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	3.75	0.468	5.71
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	2.86	0.356	26.59
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	0.18	0.023	5.73
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	2.86	0.337	28.63
A5-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	0.05	0.006	7.79
A6-Planta baja	A6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.05	0.4	0.05	0.014	8.56
A6-Planta baja	A6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.05	0.4	2.86	0.789	30.25
A7-Planta baja	A7-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.04	0.3	0.05	0.009	12.81
A7-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.04	0.3	2.23	0.381	12.80
A7-Planta baja	A7-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.04	0.3	2.86	0.489	34.20
A8-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.04	0.3	1.97	0.332	8.97
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.04	0.3	2.86	0.481	30.36
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.04	0.3	0.05	0.008	8.98
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.08	0.4	2.86	0.546	36.88
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.08	0.4	0.05	0.010	14.14
N24-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.08	0.4	8.93	1.707	14.13
N27-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.12	0.6	10.61	3.781	12.42
N28-Planta baja	N27-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.15	0.5	5.80	1.123	8.64
N28-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.16	0.5	1.27	0.271	7.79



Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N34-Planta baja	N28-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.32	0.6	14.48	2.859	7.52
N34-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	4.70	0.585	5.24
N36-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.73	0.6	3.03	0.295	0.58
N36-Planta baja	N19-Planta baja	Impulsión (*)	50 mm	0.81	0.6	1.41	0.165	0.29
N14-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.29	0.5	0.16	0.028	0.87
N14-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.29	0.5	1.52	0.259	0.84
N15-Planta baja	N34-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.44	0.8	11.64	4.075	4.66
N17-Planta baja	A6-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.05	0.4	2.74	0.756	8.54
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.81	0.6	0.42	0.051	0.05
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno	18 mm	0.08	0.5	2.90	0.967	3.65
A2-Planta baja	N36-Planta baja	Retorno	18 mm	0.08	0.5	7.11	2.372	2.69
A3-Planta baja	A3-Planta baja	Retorno	32 mm	0.29	0.5	2.83	0.495	1.40
A3-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno	32 mm	0.29	0.5	0.11	0.020	0.90
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	2.90	0.371	6.24
A4-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	3.75	0.481	5.87
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	2.90	0.352	8.36
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	0.05	0.006	8.01
A5-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	0.05	0.006	8.00
A6-Planta baja	A6-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.4	2.90	0.823	9.60
A7-Planta baja	A7-Planta baja	Retorno	16 mm	0.04	0.3	2.90	0.511	13.66
A7-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno	16 mm	0.04	0.3	2.23	0.393	13.15
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Retorno	16 mm	0.04	0.3	2.90	0.503	9.72
A8-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno	16 mm	0.04	0.3	1.97	0.342	9.22



Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno (*)	18 mm	0.08	0.5	2.90	1.077	17.15
N19-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.81	0.6	0.80	0.096	0.15
N24-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno (*)	18 mm	0.08	0.5	8.93	3.318	16.07
N27-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.12	0.6	10.61	3.881	12.75
N28-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.15	0.5	5.80	1.153	8.87
N28-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	25 mm	0.16	0.5	1.27	0.278	8.00
N34-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.32	0.6	14.48	2.931	7.72
N34-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno	25 mm	0.12	0.4	4.70	0.601	5.39
N36-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.73	0.6	3.03	0.303	0.62
N36-Planta baja	N19-Planta baja	Retorno (*)	50 mm	0.81	0.6	1.41	0.169	0.32
N14-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno	32 mm	0.29	0.5	1.52	0.266	0.88
N15-Planta baja	N34-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.44	0.8	11.64	4.172	4.79
N17-Planta baja	A6-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.4	2.74	0.778	8.78

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas			
Φ	Diámetro nominal	L	Longitud
Q	Caudal	ΔP_1	Pérdida de presión
V	Velocidad	ΔP	Pérdida de presión acumulada

**4.- UNIDADES NO AUTÓNOMAS PARA CLIMATIZACIÓN (FANCOILS)**

Fancoils					
Modelo	P _{ref} (W)	P _{cal} (W)	Q _{ref} (l/s)	ΔP _{ref} (kPa)	PP _{ref} (kPa)
Major 2 NCH I 428 (A2-Planta baja)	2940.0	2970.0	0.00	22.200	6.112
KCN-35 (A3-Planta baja)	10480.0	11680.0	0.00	28.000	4.782
Major 2 NCH I 430 (A4-Planta baja)	3500.0	3760.0	0.00	20.500	15.380
Major 2 NCH I 430 (A5-Planta baja)	3500.0	3760.0	0.00	20.500	17.808
Major 2 NCH I 426 (A6-Planta baja)	1650.0	1600.0	0.00	20.900	18.787
Major 2 NCH I 426 (A7-Planta baja)	1650.0	1600.0	0.00	20.900	27.735
Major 2 NCH I 426 (A8-Planta baja)	1650.0	1600.0	0.00	20.900	19.954
Major 2 NCH I 428 (A9-Planta baja)	2940.0	2970.0	0.00	22.200	33.492
Abreviaturas utilizadas					
P _{ref}	Potencia frigorífica total calculada		ΔP _{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 (Continuación)							
Modelo	ΔT _{ref} (°C)	ΔT _{cal} (°C)	Q _{ref} (m ³ /h)	Q _{cal} (m ³ /h)	P (Pa)	N (dBA)	Dimensiones (mm)
Major 2 NCH I 428 (A2-Planta baja)	7.0	40.0	450.0	450.0	57.0	59.0	771x705x270
KCN-35 (A3-Planta baja)	7.0	40.0	1500.0	1500.0	70.0	70.4	697x1082x286.5
Major 2 NCH I 430 (A4-Planta baja)	7.0	40.0	500.0	500.0	61.8	57.0	771x905x270
Major 2 NCH I 430 (A5-Planta baja)	7.0	40.0	500.0	500.0	61.8	57.0	771x905x270
Major 2 NCH I 426 (A6-Planta baja)	7.0	40.0	220.0	220.0	26.7	46.0	771x505x270
Major 2 NCH I 426 (A7-Planta baja)	7.0	40.0	220.0	220.0	26.7	46.0	771x505x270
Major 2 NCH I 426 (A8-Planta baja)	7.0	40.0	220.0	220.0	26.7	46.0	771x505x270
Major 2 NCH I 428 (A9-Planta baja)	7.0	40.0	450.0	450.0	57.0	59.0	771x705x270
ΔT _{ref} = 5 °C							
Abreviaturas utilizadas							
ΔT _{ref}	Incremento de la temperatura del agua (Refrigeración)			Q _{cal}	Caudal de aire (Calefacción)		
ΔT _{cal}	Incremento de la temperatura del agua (Calefacción)			P	Presión disponible de aire		
Q _{ref}	Caudal de aire (Refrigeración)			N	Nivel sonoro		



9 Anexo del cumplimiento DB-HE0 (radiadores y multi split)

ÍNDICE

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	2
1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.	2
1.2.- Resultados mensuales.	2
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.	2
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	3
2.1.- Zonificación climática	3
2.2.- Demanda energética del edificio.	3
2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.	4
2.2.2.- Demanda energética de ACS.	4
2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.	5
2.4.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.	5
2.5.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.	5



1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,edificio} = 30.96 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 42.37 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,lim}$: Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$C_{ep,base}$: Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 40.00 kWh/(m²·año).

$F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 1000.

S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 422.17 m².

1.2.- Resultados mensuales.

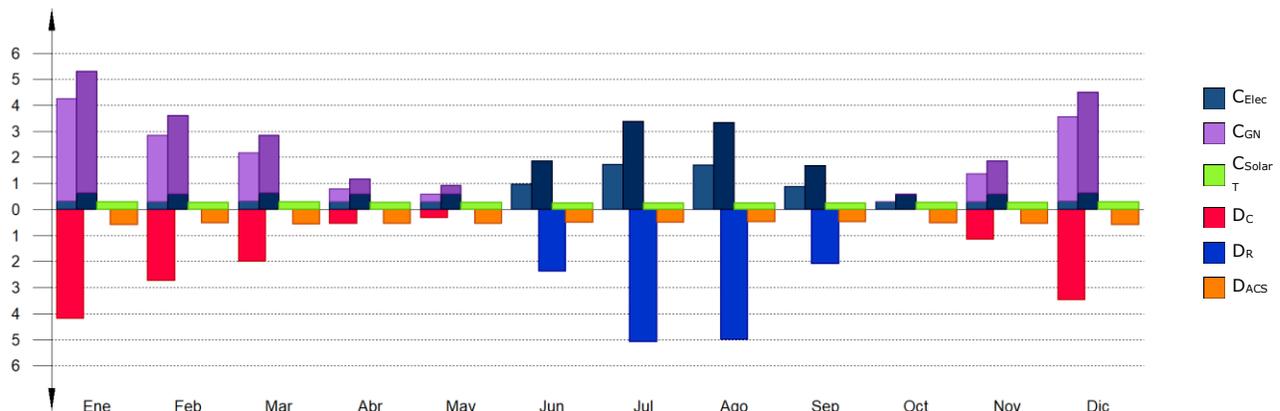
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras representa el balance entre el consumo energético del edificio y la demanda energética, mostrando de forma visual la eficiencia energética del edificio, al representar gráficamente la compensación de la demanda mediante el consumo.

En el semieje de ordenadas positivo se representan, mes a mes, los distintos consumos energéticos del edificio, separando entre vectores energéticos de origen renovable y no renovable, y mostrando para éstos últimos tanto la energía final consumida como el montante de energía primaria necesaria para generar dicha energía final en punto de consumo.

En el semieje de ordenadas negativo se representa, mes a mes, la demanda energética del edificio, separada por servicio, distinguiendo la demanda de calefacción, la de refrigeración y la de agua caliente sanitaria.

Energía (kWh/(m²·mes))



En la siguiente tabla se expresan, de forma numérica, los valores representados en la gráfica anterior, mostrando, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	
EDIFICIO ($S_u = 422.17 \text{ m}^2$; $V = 1095.6 \text{ m}^3$)															
Demanda energética	C	1769.3	1150.6	838.7	223.2	131.1	--	--	--	--	4.6	479.0	1464.3	6060.7	14.4
	R	--	--	--	--	--	998.5	2146.2	2109.7	878.5	--	--	--	6132.9	14.5
	ACS	245.4	221.6	240.3	226.0	223.5	206.5	208.4	203.3	201.6	220.2	227.7	245.4	2669.9	6.3
	TOTAL	2014.7	1372.2	1079.1	449.2	354.5	1205.0	2354.6	2313.0	1080.1	224.7	706.7	1709.7	14863.5	35.2
Solar térmica	EA_{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EF	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	%D_{ACS}	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA_{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EA_R	--	--	--	--	--	998.5	2146.2	2109.7	878.5	--	--	--	6132.9	14.5
	EF	136.3	123.1	133.5	125.6	124.1	400.8	730.7	717.4	363.7	122.3	126.5	136.3	3240.6	7.7
	EP_{ren}	56.4	51.0	55.3	52.0	51.4	165.9	302.5	297.0	150.6	50.6	52.4	56.4	1341.6	3.2
	EP_{nr}	266.4	240.6	260.9	245.3	242.6	783.2	1427.8	1401.9	710.7	239.0	247.2	266.4	6332.1	15.0
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA_C	1769.3	1150.6	838.7	223.2	131.1	--	--	--	--	4.6	479.0	1464.3	6060.7	14.4
	EF	1653.6	1075.3	783.9	208.6	122.5	--	--	--	--	4.3	447.6	1368.5	5664.2	13.4
	EP_{ren}	8.3	5.4	3.9	1.0	0.6	--	--	--	--	0.0	2.2	6.8	28.3	0.1
	EP_{nr}	1967.7	1279.6	932.8	248.2	145.7	--	--	--	--	5.1	532.7	1628.5	6740.4	16.0
	C_{ef,total}	1912.6	1309.2	1037.5	447.1	358.4	504.1	834.9	819.1	464.6	236.7	688.0	1627.5	10239.7	24.3
	C_{ep,ren}	187.4	167.2	179.4	166.0	163.7	269.2	406.7	398.7	251.4	160.8	168.5	186.0	2704.9	6.4
	C_{ep,nr}	2234.1	1520.2	1193.7	493.5	388.3	783.2	1427.8	1401.9	710.7	244.1	779.9	1894.9	13072.5	31.0

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

V : Volumen neto habitable del edificio, m³.

D_C : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh.

D_R : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh.

D_{ACS} : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh.

f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

EA : Energía útil aportada, kWh.

EF : Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.

EP_{ren} : Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh.

EP_{nr} : Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.

$\%D$: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable.

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

$C_{ep,ren}$: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **San Roque (provincia de Cádiz)**, con una altura sobre el nivel del mar de **109 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **A3**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (archivo MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2.- Demanda energética del edificio.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria no renovable, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación de consumo energético HE 0 para edificios de uso residencial o asimilable, corresponde a la suma de la energía demandada por los servicios de calefacción, refrigeración y ACS del edificio.



2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora y de forma separada para cada una de las zonas acondicionadas que componen el modelo térmico del edificio, se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cumpliendo con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, con el objetivo de determinar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética de CTE DB HE 1.

Se muestran aquí, a modo de resumen, los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal}		D_{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	422.17	6060.7	14.4	6132.9	14.5
	422.17	6060.7	14.4	6132.9	14.5

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

2.2.2.- Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4 de CTE DB HE 4 y el documento de 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER', que remiten a la norma UNE 94002 para el cálculo de la demanda de energía térmica diaria de ACS en función del consumo de ACS diario por zona.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia de 60°C, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.3	11.3	12.3	13.7	15.7	17.7	18.7	19.7	18.7	16.3	13.3	11.3

La demanda diaria obtenida se reparte por horas, conforme al perfil a tal efecto, publicado en el documento citado anteriormente, para añadirse al cálculo horario del consumo energético como vector horario anual de demanda energética de ACS a satisfacer, para cada zona, mediante los sistemas técnicos disponibles en el edificio.

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias, el porcentaje de la demanda cubierto por energía renovable, y el restante a satisfacer mediante energías no renovables.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	S_u (m ²)	D_{ACS}		% $_{AS}$ (%)	$D_{ACS,nr}$	
			(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	140.0	422.17	2669.9	6.3	50.0	1334.9	3.2
	140.0	422.17	2669.9	6.3	50.0	1334.9	3.2

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh/(m²·año).

% $_{AS}$: Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %.

$D_{ACS,nr}$: Demanda energética de ACS cubierta por energías no renovables, kWh/(m²·año).



2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.

	Tipo	Energía	Cap _{n,C} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef} (kWh/año)	C _{ef} (kWh/(m ² ·a))	P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REA _c
Sistema 1											
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	422.17	1757.3	4.2	5.5	3.49	3.1814	1.10
CALDERA GAS NATURAL	C	Gas natural	26.7	--	422.17	5664.2	13.4	8.9	1.07	1	1.07
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	422.17	1483.3	3.5	0.4	0.90	3.1814	0.28
			31.7	27.5	422.17	8904.8	21.1		1.52		0.85

donde:

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

Cap_{n,C}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

Cap_{n,R}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.

K_e: Coeficiente de emisiones del vector energético.

REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

2.4.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España', borrador propuesta de Documento Reconocido publicado por el IDAE con fecha 3/03/2014, conforme al apartado 4.2 de CTE DB HE 0.

Vector energético	C _{ef,total}		f _{cep}	C _{ep,nr}	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Electricidad	3240.6	7.7	1.954	6332.1	15.0
Gas natural	5664.2	13.4	1.19	6740.4	16.0

donde:

C_{ef,total}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

f_{cep}: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

C_{ep,nr}: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

2.5.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía no renovables. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por equipo, sistema de aporte y vector energético utilizado.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 0, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

- la demanda energética de calefacción y refrigeración calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 1;
- la demanda energética de agua caliente sanitaria, calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 4;
- el dimensionado y los rendimientos operacionales de los equipos técnicos de producción y aporte de calor, frío y ACS;
- la distinción de los distintos vectores energéticos utilizados en el edificio, junto con los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- y la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.



10 Anexo del cumplimiento DB-HE0 (suelo radiante y multi split)

ÍNDICE

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	2
1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.	2
1.2.- Resultados mensuales.	2
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.	2
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	3
2.1.- Zonificación climática	3
2.2.- Demanda energética del edificio.	3
2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.	4
2.2.2.- Demanda energética de ACS.	4
2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.	5
2.4.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.	5
2.5.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.	5



1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,edificio} = 33.57 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 42.37 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,lim}$: Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$C_{ep,base}$: Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 40.00 kWh/(m²·año).

$F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 1000.

S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 422.17 m².

1.2.- Resultados mensuales.

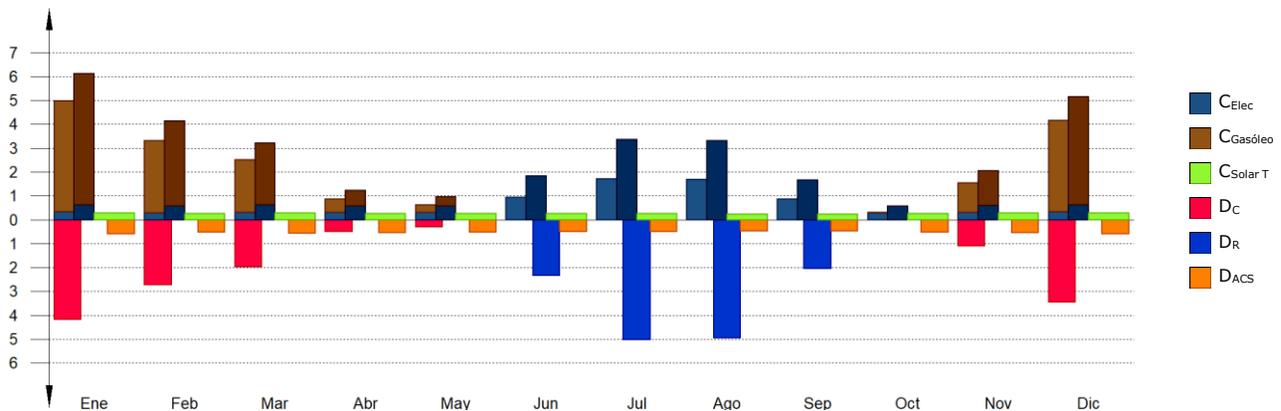
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras representa el balance entre el consumo energético del edificio y la demanda energética, mostrando de forma visual la eficiencia energética del edificio, al representar gráficamente la compensación de la demanda mediante el consumo.

En el semieje de ordenadas positivo se representan, mes a mes, los distintos consumos energéticos del edificio, separando entre vectores energéticos de origen renovable y no renovable, y mostrando para éstos últimos tanto la energía final consumida como el montante de energía primaria necesaria para generar dicha energía final en punto de consumo.

En el semieje de ordenadas negativo se representa, mes a mes, la demanda energética del edificio, separada por servicio, distinguiendo la demanda de calefacción, la de refrigeración y la de agua caliente sanitaria.

Energía (kWh/(m²·mes))



En la siguiente tabla se expresan, de forma numérica, los valores representados en la gráfica anterior, mostrando, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	
EDIFICIO ($S_u = 422.17 \text{ m}^2$; $V = 1095.2 \text{ m}^3$)															
Demanda energética	C	1765.4	1144.5	834.6	211.1	124.2	--	--	--	--	3.0	468.1	1459.2	6010.1	14.2
	R	--	--	--	--	--	987.5	2125.1	2093.2	867.0	--	--	--	6072.9	14.4
	ACS	245.4	221.6	240.3	226.0	223.5	206.5	208.4	203.3	201.6	220.2	227.7	245.4	2669.9	6.3
	TOTAL	2010.7	1366.2	1074.9	437.2	347.6	1194.0	2333.5	2296.5	1068.7	223.2	695.8	1704.6	14752.8	34.9
Solar térmica	EA_{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EF	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	%D_{ACS}	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA_{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EA_R	--	--	--	--	--	987.5	2125.1	2093.2	867.0	--	--	--	6072.9	14.4
	EF	136.3	123.1	133.5	125.6	124.1	397.7	724.7	712.7	360.5	122.3	126.5	136.3	3223.4	7.6
	EP_{ren}	56.4	51.0	55.3	52.0	51.4	164.6	300.0	295.1	149.2	50.6	52.4	56.4	1334.5	3.2
	EP_{nr}	266.4	240.6	260.9	245.3	242.6	777.1	1416.0	1392.7	704.3	239.0	247.2	266.4	6298.4	14.9
Gasóleo C ($f_{cep} = 1.179$)	EA_C	1765.4	1144.5	834.6	211.1	124.2	--	--	--	--	3.0	468.1	1459.2	6010.1	14.2
	EF	1961.5	1271.7	927.3	234.6	138.0	--	--	--	--	3.3	520.1	1621.4	6677.8	15.8
	EP_{ren}	5.9	3.8	2.8	0.7	0.4	--	--	--	--	0.0	1.6	4.9	20.0	0.0
	EP_{nr}	2312.6	1499.3	1093.3	276.6	162.7	--	--	--	--	3.9	613.2	1911.6	7873.2	18.6
	C_{ef,total}	2220.5	1505.6	1181.0	473.2	373.8	500.9	828.8	814.4	461.3	235.7	760.4	1880.4	11236.1	26.6
	C_{ep,ren}	185.0	165.6	178.2	165.7	163.5	267.9	404.2	396.7	250.0	160.7	167.8	184.0	2689.5	6.4
	C_{ep,nr}	2579.0	1739.9	1354.2	522.0	405.2	777.1	1416.0	1392.7	704.3	242.9	860.3	2178.0	14171.6	33.6

donde:

 S_u : Superficie habitable del edificio, m². V : Volumen neto habitable del edificio, m³. D_C : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh. D_R : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh. D_{ACS} : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh. f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables. EA : Energía útil aportada, kWh. EF : Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh. EP_{ren} : Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh. EP_{nr} : Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh. $\%D$: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable. $C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año). $C_{ep,ren}$: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²·año). $C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **San Roque (provincia de Cádiz)**, con una altura sobre el nivel del mar de **109 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **A3**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (archivo MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2.- Demanda energética del edificio.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria no renovable, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación de consumo energético HE 0 para edificios de uso residencial o asimilable, corresponde a la suma de la energía demandada por los servicios de calefacción, refrigeración y ACS del edificio.



2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora y de forma separada para cada una de las zonas acondicionadas que componen el modelo térmico del edificio, se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cumpliendo con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, con el objetivo de determinar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética de CTE DB HE 1.

Se muestran aquí, a modo de resumen, los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal}		D_{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	422.17	6010.1	14.2	6072.9	14.4
	422.17	6010.1	14.2	6072.9	14.4

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

2.2.2.- Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4 de CTE DB HE 4 y el documento de 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER', que remiten a la norma UNE 94002 para el cálculo de la demanda de energía térmica diaria de ACS en función del consumo de ACS diario por zona.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia de 60°C, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.3	11.3	12.3	13.7	15.7	17.7	18.7	19.7	18.7	16.3	13.3	11.3

La demanda diaria obtenida se reparte por horas, conforme al perfil a tal efecto, publicado en el documento citado anteriormente, para añadirse al cálculo horario del consumo energético como vector horario anual de demanda energética de ACS a satisfacer, para cada zona, mediante los sistemas técnicos disponibles en el edificio.

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias, el porcentaje de la demanda cubierto por energía renovable, y el restante a satisfacer mediante energías no renovables.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	S_u (m ²)	D_{ACS}		% $_{AS}$ (%)	$D_{ACS,nr}$	
			(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	140.0	422.17	2669.9	6.3	50.0	1334.9	3.2
	140.0	422.17	2669.9	6.3	50.0	1334.9	3.2

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh/(m²·año).

% $_{AS}$: Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %.

$D_{ACS,nr}$: Demanda energética de ACS cubierta por energías no renovables, kWh/(m²·año).



2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.

	Tipo	Energía	Cap _{n,C} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef} (kWh/año) (kWh/(m ² ·a))		P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REA _c
Sistema 1											
MULTI-SPLIT	R	Electricidad	--	27.5	422.17	1740.1	4.1	5.5	3.49	3.1814	1.10
CALDERA GASOLEO	C	Gasóleo C	22.0	--	422.17	6677.8	15.8	10.4	0.90	1.4069	0.64
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	422.17	1483.3	3.5	0.4	0.90	3.1814	0.28
			27.0	27.5	422.17	9901.2	23.5		1.36		0.68

donde:

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

Cap_{n,C}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

Cap_{n,R}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.

K_e: Coeficiente de emisiones del vector energético.

REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

2.4.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España', borrador propuesta de Documento Reconocido publicado por el IDAE con fecha 3/03/2014, conforme al apartado 4.2 de CTE DB HE 0.

Vector energético	C _{ef,total}		f _{cep}	C _{ep,nr}	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Electricidad	3223.4	7.6	1.954	6298.4	14.9
Gasóleo C	6677.8	15.8	1.179	7873.2	18.6

donde:

C_{ef,total}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

f_{cep}: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

C_{ep,nr}: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

2.5.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía no renovables. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por equipo, sistema de aporte y vector energético utilizado.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 0, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;



- la demanda energética de calefacción y refrigeración calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 1;
- la demanda energética de agua caliente sanitaria, calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 4;
- el dimensionado y los rendimientos operacionales de los equipos técnicos de producción y aporte de calor, frío y ACS;
- la distinción de los distintos vectores energéticos utilizados en el edificio, junto con los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- y la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.



11 Anexo del cumplimiento DB-HE0 (bomba de calor reversible)

ÍNDICE

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	2
1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.	2
1.2.- Resultados mensuales.	2
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.	2
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	3
2.1.- Zonificación climática	3
2.2.- Demanda energética del edificio.	3
2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.	3
2.2.2.- Demanda energética de ACS.	4
2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.	4
2.4.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.	5
2.5.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.	5

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,edificio} = 27.35 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 42.37 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,lim}$: Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m²·año).

$C_{ep,base}$: Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 40.00 kWh/(m²·año).

$F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 1000.

S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 422.17 m².

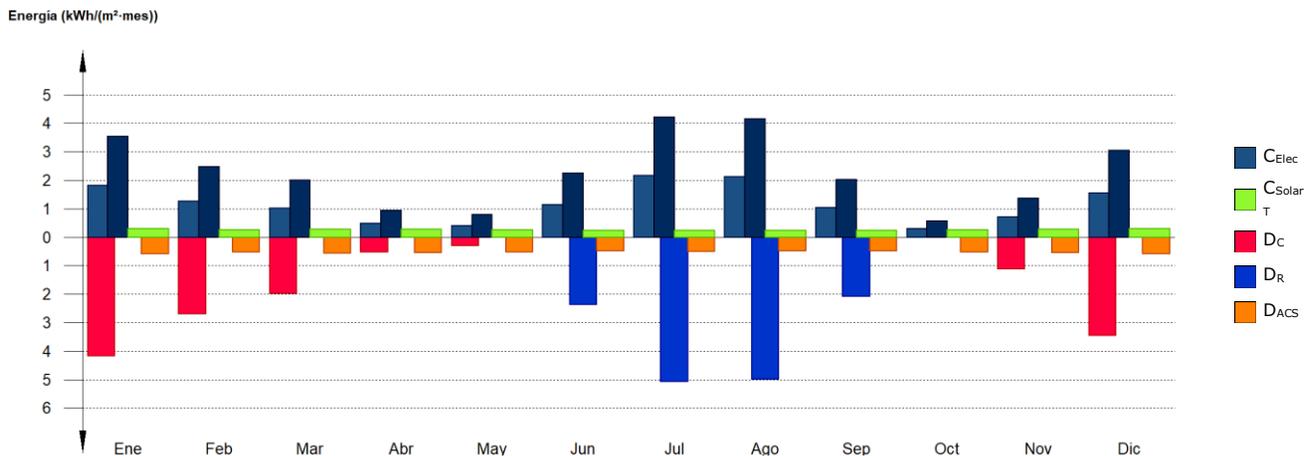
1.2.- Resultados mensuales.

1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras representa el balance entre el consumo energético del edificio y la demanda energética, mostrando de forma visual la eficiencia energética del edificio, al representar gráficamente la compensación de la demanda mediante el consumo.

En el semieje de ordenadas positivo se representan, mes a mes, los distintos consumos energéticos del edificio, separando entre vectores energéticos de origen renovable y no renovable, y mostrando para éstos últimos tanto la energía final consumida como el montante de energía primaria necesaria para generar dicha energía final en punto de consumo.

En el semieje de ordenadas negativo se representa, mes a mes, la demanda energética del edificio, separada por servicio, distinguiendo la demanda de calefacción, la de refrigeración y la de agua caliente sanitaria.



En la siguiente tabla se expresan, de forma numérica, los valores representados en la gráfica anterior, mostrando, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año).

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
EDIFICIO ($S_u = 422.17 \text{ m}^2$; $V = 1095.6 \text{ m}^3$)															
Demanda energética	C	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	--	--	--	--	3.9	472.2	1454.2	6005.3	14.2
	R	--	--	--	--	--	995.9	2139.5	2103.3	875.0	--	--	--	6113.7	14.5



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/(m ² ·a))	
	ACS	245.4	221.6	240.3	226.0	223.5	206.5	208.4	203.3	201.6	220.2	227.7	245.4	2669.9	6.3
	TOTAL	2002.5	1362.6	1072.2	443.2	351.3	1202.4	2347.8	2306.7	1076.6	224.1	699.9	1699.6	14788.8	35.0
Solar térmica	EA_{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EF	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	%D_{ACS}	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA_C	1757.1	1141.0	831.8	217.1	127.8	--	--	--	--	3.9	472.2	1454.2	6005.3	14.2
	EA_{ACS}	122.7	110.8	120.2	113.0	111.7	103.3	104.2	101.7	100.8	110.1	113.9	122.7	1334.9	3.2
	EA_R	--	--	--	--	--	995.9	2139.5	2103.3	875.0	--	--	--	6113.7	14.5
	EF	766.1	532.1	431.7	203.4	170.0	484.9	911.3	894.9	437.3	123.7	295.8	657.5	5908.6	14.0
	EP_{ren}	317.2	220.3	178.7	84.2	70.4	200.8	377.3	370.5	181.0	51.2	122.4	272.2	2446.2	5.8
	EP_{nr}	1497.0	1039.7	843.5	397.4	332.1	947.6	1780.6	1748.6	854.5	241.8	577.9	1284.8	11545.4	27.3
	C_{ef,total}	888.8	642.9	551.8	316.4	281.7	588.2	1015.4	996.5	538.1	233.8	409.6	780.2	7243.6	17.2
	C_{ep,ren}	439.9	331.1	298.9	197.2	182.1	304.0	481.4	472.1	281.9	161.3	236.3	394.9	3781.1	9.0
	C_{ep,nr}	1497.0	1039.7	843.5	397.4	332.1	947.6	1780.6	1748.6	854.5	241.8	577.9	1284.8	11545.4	27.3

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

V : Volumen neto habitable del edificio, m³.

D_C : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh.

D_R : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh.

D_{ACS} : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh.

f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

EA : Energía útil aportada, kWh.

EF : Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.

EP_{ren} : Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh.

EP_{nr} : Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.

$\%D$: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable.

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

$C_{ep,ren}$: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²·año).

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **San Roque (provincia de Cádiz)**, con una altura sobre el nivel del mar de **109 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **A3**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitudes exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (archivo MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

2.2.- Demanda energética del edificio.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria no renovable, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación de consumo energético HE 0 para edificios de uso residencial o asimilable, corresponde a la suma de la energía demandada por los servicios de calefacción, refrigeración y ACS del edificio.

2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora y de forma separada para cada una de las zonas acondicionadas que componen el modelo térmico del edificio, se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cumpliendo con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, con el objetivo de determinar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética de CTE DB HE 1.

Se muestran aquí, a modo de resumen, los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal}		D_{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	422.17	6005.3	14.2	6113.7	14.5
	422.17	6005.3	14.2	6113.7	14.5

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

2.2.2.- Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4 de CTE DB HE 4 y el documento de 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER', que remiten a la norma UNE 94002 para el cálculo de la demanda de energía térmica diaria de ACS en función del consumo de ACS diario por zona.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia de 60°C, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.3	11.3	12.3	13.7	15.7	17.7	18.7	19.7	18.7	16.3	13.3	11.3

La demanda diaria obtenida se reparte por horas, conforme al perfil a tal efecto, publicado en el documento citado anteriormente, para añadirse al cálculo horario del consumo energético como vector horario anual de demanda energética de ACS a satisfacer, para cada zona, mediante los sistemas técnicos disponibles en el edificio.

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias, el porcentaje de la demanda cubierto por energía renovable, y el restante a satisfacer mediante energías no renovables.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	S_u (m ²)	D_{ACS}		$\%_{AS}$ (%)	$D_{ACS,nr}$	
			(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	140.0	422.17	2669.9	6.3	50.0	1334.9	3.2
	140.0	422.17	2669.9	6.3	50.0	1334.9	3.2

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh/(m²·año).

$\%_{AS}$: Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %.

$D_{ACS,nr}$: Demanda energética de ACS cubierta por energías no renovables, kWh/(m²·año).

2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.

Tipo	Energía	$Cap_{n,c}$ (kW)	$Cap_{n,R}$ (kW)	S_u (m ²)	C_{ef} (kWh/año)	C_{ef} (kWh/(m ² ·a))	P_{mo} (W/m ²)	REA	K_e	REA _c
------	---------	---------------------	---------------------	----------------------------	-----------------------	---------------------------------------	---------------------------------	-----	-------	------------------



	Tipo	Energía	Cap _{n,c} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef} (kWh/año)	C _{ef} (kWh/(m ² ·a))	P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REA _c
Sistema 1											
BOMBA DE CALOR	C+R	Electricidad	19.8	19.1	422.17	4424.7	10.5	4.6	2.74	3.1814	0.86
ACS	ACS	Electricidad	5.0	--	422.17	1483.3	3.5	0.4	0.90	3.1814	0.28
			24.8	19.1	422.17	5908.0	14.0		2.28		0.72

Sistema de referencia

Equipo para calefacción y ACS	C+ACS	Gas natural	∞	--	--	--	--	--	--	1	--
Equipo para refrigeración	R	Electricidad	--	∞	422.17	0.6	0.0	0.5	2.00	3.1814	0.63
			∞	∞	422.17	0.6	0.0		2.00		0.63

donde:

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).

Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.

Cap_{n,c}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.

Cap_{n,R}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.

S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².

C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².

REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.

K_e: Coeficiente de emisiones del vector energético.

REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

2.4.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España', borrador propuesta de Documento Reconocido publicado por el IDAE con fecha 3/03/2014, conforme al apartado 4.2 de CTE DB HE 0.

Vector energético	C _{ef,total}		f _{cep}	C _{ep,nr}	
	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Electricidad	5908.6	14.0	1.954	11545.4	27.3

donde:

C_{ef,total}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).

f_{cep}: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

C_{ep,nr}: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²·año).

2.5.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía no renovables. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por equipo, sistema de aporte y vector energético utilizado.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 0, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la demanda energética de calefacción y refrigeración calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 1;
- la demanda energética de agua caliente sanitaria, calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 4;
- el dimensionado y los rendimientos operacionales de los equipos técnicos de producción y aporte de calor, frío y ACS;
- la distinción de los distintos vectores energéticos utilizados en el edificio, junto con los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- y la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.



12 Anexo mediciones y presupuesto (radiadores y multi split)

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de radiador de aluminio inyectado, emisión calorífica 688,5 kcal/h, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente, compuesto de 5 elementos, de 781 mm de altura, con frontal con aberturas, en instalación de calefacción centralizada por agua, con sistema bitubo. Incluso llave de paso termostática, detentor, purgador automático, tapones, reducciones, juntas, anclajes, soportes, racores de conexión a la red de distribución, plafones y todos aquellos accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo mediante plantilla. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Situación y fijación de las unidades. Montaje de accesorios. Conexionado con la red de conducción de agua.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,00	160,43	320,86
1.2 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de radiador de aluminio inyectado, emisión calorífica 1377 kcal/h, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente, compuesto de 10 elementos, de 781 mm de altura, con frontal con aberturas, en instalación de calefacción centralizada por agua, con sistema bitubo. Incluso llave de paso termostática, detentor, purgador automático, tapones, reducciones, juntas, anclajes, soportes, racores de conexión a la red de distribución, plafones y todos aquellos accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo mediante plantilla. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Situación y fijación de las unidades. Montaje de accesorios. Conexionado con la red de conducción de agua.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	19,00	274,97	5.224,43

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.3 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de radiador de aluminio inyectado, emisión calorífica 1652,4 kcal/h, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente, compuesto de 12 elementos, de 781 mm de altura, con frontal con aberturas, en instalación de calefacción centralizada por agua, con sistema bitubo. Incluso llave de paso termostática, detentor, purgador automático, tapones, reducciones, juntas, anclajes, soportes, racores de conexión a la red de distribución, plafones y todos aquellos accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo mediante plantilla. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Situación y fijación de las unidades. Montaje de accesorios. Conexionado con la red de conducción de agua.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	320,77	320,77
1.4 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de radiador toallero tubular de chapa de acero acabado cromado, para cuartos de baño, gama alta, de 278x1133 mm y emisión calorífica 646 kcal/h para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente, en instalación de calefacción centralizada por agua, para instalación con sistema bitubo. Incluso llave de paso termostática, detentor, p/p de accesorios de conexión y montaje, juego de soportes y anclajes de fijación a paramento, purgador y todos aquellos accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo mediante plantilla. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Situación y fijación de las unidades. Montaje de accesorios. Conexionado con la red de conducción de agua.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	5,00	1.215,74	6.078,70
1.5 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, potencia útil de calefacción (80/60°C) de 5,9 a 24,5 kW, potencia útil de calefacción (30/50°C) de 6,6 a 26,7 kW, rendimiento (80/60°C) 97,7%, rendimiento (50/30°C) 106,8%, de 740x418x344 mm, Thema Condens AS 25 "SAUNIER DUVAL", incluso placa de conexiones de la caldera y conducto para evacuación de humos, termostato de ambiente, control modulante, por cable, alimentación desde la caldera, de 96x96x30 mm, Exacontrol E. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de los elementos. Montaje de la caldera y sus accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, de gas, de salubridad y eléctrica, y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	2.267,26	2.267,26

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.6	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-M07N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 516 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 38/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 53 dBA, caudal de aire en calefacción 570 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 39/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 54 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4". Totalmente montada, conexiónada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexiónada de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexiónada de la unidad a la red eléctrica. Conexiónada de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	8,00	385,23	3.081,84
1.7	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B13N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 3,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 570 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 39/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 54 dBA, caudal de aire en calefacción 624 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 40/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 55 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4". Totalmente montada, conexiónada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexiónada de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexiónada de la unidad a la red eléctrica. Conexiónada de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	495,97	495,97

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.8 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B16N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 684 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 45/30 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 60 dBA, caudal de aire en calefacción 738 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 45/31 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 60 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 1/2", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4". Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexionado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexionado de la unidad a la red eléctrica. Conexionado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,00	611,74	1.223,48

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.9	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 3x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-3M26S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 7,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 4,1/9 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2 kW, EER = 3,75, SEER 6,19 (clase A++), potencia calorífica nominal 9 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2/11,2 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,2 kW, COP 4,09, SCOP 4,41 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 3 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 2507 m³/h, presión sonora en refrigeración 48 dBA, presión sonora en calefacción 49 dBA, potencia sonora en refrigeración 63 dBA, potencia sonora en calefacción 64 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 72 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m. Incluso elementos antivibratorios y soportes de apoyo. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexionado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexionado de la unidad a la red eléctrica. Conexionado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	2.304,91	2.304,91

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.10 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 5x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-5M34S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 10 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 3,7/11 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2,98 kW, EER = 3,36, SEER 6,31 (clase A++), potencia calorífica nominal 12 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2,7/14 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,83 kW, COP 4,24, SCOP 4,06 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 5 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 3245 m³/h, presión sonora en refrigeración 52 dBA, presión sonora en calefacción 55 dBA, potencia sonora en refrigeración 66 dBA, potencia sonora en calefacción 68 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 78 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m. Incluso elementos antivibratorios y soportes de apoyo. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexionado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexionado de la unidad a la red eléctrica. Conexionado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,00	3.989,03	7.978,06
1.11 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	92,55	92,55

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.12 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	167,20	12,42	2.076,62
1.13 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 18 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	4,29	12,70	54,48

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.14 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 20 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	20,20	13,81	278,96
1.15 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 25 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	34,48	16,50	568,92

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.16 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	34,52	20,12	694,54
1.17 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 25 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	25,45	25,45
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES:				33.087,80

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Nº CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1 INSTALACIONES	33.087,80
Presupuesto de ejecución material	33.087,80

Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TREINTA Y TRES MIL OCHENTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS

13 Anexo mediciones y presupuesto (suelo radiante y multi split)

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de caldera de pie, de condensación con recuperador de acero inoxidable, con cuerpo de fundición de hierro gris GL 180 y quemador presurizado de gasóleo de llama azul, eficiencia energética clase A, potencia de calefacción 22 kW, peso 192 kg, dimensiones 773x600x601 mm, cuadro de regulación MX 25, de 154x366x327 mm, con cronotermostato modulante CW400 con sonda de temperatura exterior, modelo KUBC 22 "JUNKERS", caudal másico de gas de escape 0,0089 kg/s, con contenido de CO2 14%, presión de impulsión disponible 30 Pa, contenido de agua 33 l, con termostato de ambiente, modulante, modelo CR 10, con módulo de control para un circuito de calefacción, modelo MM100, kit para neutralización de condensados, modelo Neutrakon 06/B, con bomba de evacuación de condensados, con adaptador para conexión de bomba de evacuación de condensados, con llave de llenado y vaciado, modelo KES 2, con base de apoyo, modelo KU 4, con electroválvula para corte del suministro de gasóleo al quemador, con adaptador para conexión de electroválvula para corte del suministro de gasóleo al quemador, con conjunto de colector y compensador hidráulico horizontal, para un caudal máximo de 2000 l/h, modelo WHY/HKV 2/25/25, kit de unión de caldera a gasóleo a circuito de calefacción, modelo BCS 22, kit de seguridad para caldera a gasóleo, modelo BSS 3, kit de unión de caldera a gasóleo a vaso de expansión, modelo AAS 2, kit para montaje en pared de grupo de bombeo, modelo WMS 1, grupo de bombeo para un circuito de calefacción, con bomba de circulación electrónica Yonos Para RS25/6, modelo HS25/6, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de los elementos. Montaje de la caldera y sus accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, de gasóleo, de salubridad y eléctrica, y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	5.841,92	5.841,92

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.2	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de depósito homologado de gasóleo enterrado de chapa de acero, de simple pared contenido en cubeto, con una capacidad de 1000 litros, para pequeños consumos individuales. Incluso medidor de nivel, interruptor de nivel, equipo de protección catódica, canalización hasta caldera con tubería de cobre de 18 mm de diámetro protegida con funda de tubo de PVC, boca de carga, tubería de ventilación, tubo buzo, tapa de registro, válvulas y accesorios de conexión, y elementos de protección según normativa. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Sin incluir la obra civil.</p> <p>B) Incluye: Descarga del depósito sobre el lecho de arena. Montaje de válvulas y accesorios. Colocación de la boca de carga y la tapa de registro. Colocación de la tubería de ventilación y del tubo buzo. Colocación y fijación de la canalización hasta la caldera. Colocación del equipo de protección catódica. Conexionado a la red de tierra. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	1.706,84	1.706,84
1.3	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 4 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x500x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	572,60	572,60

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.4	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 6 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	733,24	733,24
1.5	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 9 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x850x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	951,75	951,75

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.6 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 10 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x850x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	1.018,61	1.018,61
1.7 m²	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por film de polietileno, banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel de tetones de poliestireno expandido modificado (NEO-EPS) y recubrimiento termoconformado de polietileno (PE), aislante a ruido de impacto, de 1450x850 mm y 19 mm de espesor, modelo Comfort Nubos PLUS IB 75, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), de 5 capas según el método UAX, con barrera de oxígeno (EVOH) y capa de protección de polietileno (PE) modificado, de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, modelo Comfort Pipe PLUS, y mortero autonivelante CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813, de 50 mm de espesor, incluso piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Preparación y limpieza de la superficie de apoyo. Replanteo de la instalación. Extendido del film de polietileno. Fijación del zócalo perimetral. Colocación de los paneles. Replanteo de la tubería. Colocación y fijación de las tuberías. Vertido y extendido de la capa de mortero autonivelante. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	338,44	67,77	22.936,08

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.8	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	955,02	955,02
1.9	<p>Ud A) Descripción: Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	1.049,34	1.049,34

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.10 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, módulo de ampliación para centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 6 cabezales electrotérmicos, modelo Smatrix Wave PLUS M-160 6X, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO. Totalmente montado, conexión y probado.</p> <p>B) Incluye: Colocación, fijación y conexión eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	1.281,41	1.281,41
1.11 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, módulo de ampliación para centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 6 cabezales electrotérmicos, modelo Smatrix Wave PLUS M-160 6X, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO. Totalmente montado, conexión y probado.</p> <p>B) Incluye: Colocación, fijación y conexión eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	1.328,58	1.328,58

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.12 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de acumulador nocturno de calor estático, de 800 W de potencia y 6,4 kWh de energía de acumulación en 8 horas, alimentación monofásica a 230 V de tensión, compuesto por material cerámico de acumulación, aislamiento microporoso de alta calidad, regulador electrónico de carga y limitador de seguridad, estando todo el conjunto recubierto de carcasa de chapa de acero pintada en epoxi, de 315x725x165 mm, colocado sobre paramento vertical. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo del emisor. Fijación de los soportes en el paramento. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	4,00	211,25	845,00
1.13 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-M07N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 516 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 38/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 53 dBA, caudal de aire en calefacción 570 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 39/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 54 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4". Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexionado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexionado de la unidad a la red eléctrica. Conexionado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	8,00	385,23	3.081,84

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.14 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B13N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 3,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 570 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 39/26 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 54 dBA, caudal de aire en calefacción 624 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 40/28 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 55 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 3/8", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4". Totalmente montada, conexiónada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexiónado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexiónado de la unidad a la red eléctrica. Conexiónado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	495,97	495,97
1.15 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-B16N3KV2-E1 "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), caudal de aire en refrigeración 684 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en refrigeración: 45/30 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en refrigeración: 60 dBA, caudal de aire en calefacción 738 m³/h, presión sonora a velocidad alta/baja, en calefacción: 45/31 dBA, potencia sonora a velocidad alta, en calefacción: 60 dBA, dimensiones 275x790x217 mm, peso 10 kg, diámetro de conexión de la tubería de gas 1/2", diámetro de conexión de la tubería de líquido 1/4". Totalmente montada, conexiónada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexiónado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexiónado de la unidad a la red eléctrica. Conexiónado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,00	611,74	1.223,48

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.16 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 3x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-3M26S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 7,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 4,1/9 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2 kW, EER = 3,75, SEER 6,19 (clase A++), potencia calorífica nominal 9 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2/11,2 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,2 kW, COP 4,09, SCOP 4,41 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 3 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 2507 m³/h, presión sonora en refrigeración 48 dBA, presión sonora en calefacción 49 dBA, potencia sonora en refrigeración 63 dBA, potencia sonora en calefacción 64 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 72 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m. Incluso elementos antivibratorios y soportes de apoyo. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexionado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexionado de la unidad a la red eléctrica. Conexionado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	2.304,91	2.304,91

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.17 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 5x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo RAS-5M34S3AV-E "TOSHIBA", potencia frigorífica nominal 10 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 24°C), potencia frigorífica mínima/máxima: 3,7/11 kW, consumo eléctrico nominal en refrigeración 2,98 kW, EER = 3,36, SEER 6,31 (clase A++), potencia calorífica nominal 12 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), potencia calorífica mínima/máxima: 2,7/14 kW, consumo eléctrico nominal en calefacción 2,83 kW, COP 4,24, SCOP 4,06 (clase A+), con capacidad de conexión de hasta 5 unidades interiores, compresor tipo Twin Rotary, con tecnología Inverter, caudal de aire 3245 m³/h, presión sonora en refrigeración 52 dBA, presión sonora en calefacción 55 dBA, potencia sonora en refrigeración 66 dBA, potencia sonora en calefacción 68 dBA, dimensiones 890x900x320 mm, peso 78 kg, diámetro de conexión de las tuberías de gas 3/8" y 1/2", diámetro de conexión de las tuberías de líquido 1/4", longitud máxima de tuberías 25 m, diferencia máxima de altura entre la unidad exterior y la unidad interior 15 m. Incluso elementos antivibratorios y soportes de apoyo. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Instalación de la unidad. Conexionado de la unidad a las líneas frigoríficas. Conexionado de la unidad a la red eléctrica. Conexionado de la unidad a la red de desagüe. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,00	3.989,03	7.978,06
1.18 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	92,55	92,55

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.19 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 18 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	3,31	12,70	42,04
1.20 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 20 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	41,20	13,81	568,97

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.21 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 25 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	47,06	16,50	776,49
1.22 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	14,90	20,12	299,79

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.23 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 40 mm de diámetro y 4 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	14,59	30,88	450,54
1.24 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 25 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	25,45	25,45
1.25 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; p/p de elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la bomba de circulación. Conexión a la red de distribución.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	358,41	358,41

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.26 Ud	A) Descripción: Suministro e instalación de válvula de 3 vías de 1/2", mezcladora, con actuador de 230 V; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexiónada 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.	1,00	185,76	185,76
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES:				57.104,65

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Nº CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1 INSTALACIONES	57.104,65
Presupuesto de ejecución material	57.104,65

Asciede el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CINCUENTA Y SIETE MIL CIENTO CUATRO EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

14 Anexo mediciones y presupuesto (bomba de calor reversible)

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.1	Ud A) Descripción: Suministro e instalación de regulación y control centralizado, formado por: controlador de fancoil (FCC), configurado como maestro; sonda de temperatura para impulsión para aire primario; termostato de ambiente (RU) multifuncional. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. B) Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad. Conexionado con el fancoil. Puesta en marcha. 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.	8,00	291,82	2.334,56
1.2	Ud A) Descripción: Suministro e instalación de fancoil horizontal, modelo KCN-35 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 9,4 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 10,4 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 1,6 m ³ /h, caudal de aire nominal de 1300 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 64,5 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-4, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. B) Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica, de recogida de condensados, y de conductos. Puesta en marcha. 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.	1,00	911,24	911,24
1.3	Ud A) Descripción: Suministro e instalación de fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 426 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 1,65 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 1,6 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,358 m ³ /h, caudal de aire nominal de 220 m ³ /h, presión de aire nominal de 27 Pa y potencia sonora nominal de 46 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. B) Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica, de recogida de condensados, y de conductos. Puesta en marcha. 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.	3,00	641,94	1.925,82

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.4 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 428 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 2,75 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 2,72 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,571 m³/h, caudal de aire nominal de 400 m³/h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 51 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica, de recogida de condensados, y de conductos. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,00	684,59	1.369,18
1.5 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de fancoil horizontal sin envolvente, modelo Major 2 NCH I 430 "CIAT", equipado con plenum de impulsión simple, sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 3,34 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 3,53 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,719 m³/h, caudal de aire nominal de 460 m³/h, presión de aire nominal de 29 Pa y potencia sonora nominal de 47 dBA, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.10-1,6, "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica, de recogida de condensados, y de conductos. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,00	757,50	1.515,00

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.6	<p>m² A) Descripción: Formación de conducto rectangular para la distribución de aire climatizado formado por panel rígido de alta densidad de lana de vidrio Climaver Plus R "ISOVER", según UNE-EN 13162, de 25 mm de espesor, revestido por ambas caras por aluminio (exterior: aluminio + malla de fibra de vidrio + kraft; interior: aluminio + kraft), con el canto macho rebordeado por el complejo interior del conducto, resistencia térmica 0,78 m²K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK). Incluso p/p de cortes, codos y derivaciones, sellado de uniones con cola Climaver, embocaduras, soportes metálicos galvanizados, elementos de fijación, sellado de tramos con cinta Climaver de aluminio, accesorios de montaje, piezas especiales, limpieza y retirada de los materiales sobrantes a contenedor. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>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. Limpieza final.</p> <p>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.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	132,94	37,22	4.948,03
1.7	<p>Ud A) Descripción: Suministro y montaje de rejilla de impulsión, de aluminio extruido, anodizado color natural E6-C-0, con lamas horizontales regulables individualmente, de 225x125 mm, con parte posterior de chapa de acero pintada en color negro RAL 9005, formada por lamas verticales regulables individualmente y mecanismo de regulación del caudal con lamas acopladas en oposición, accionables desde la parte frontal, fijación mediante tornillos vistos (con marco de montaje de chapa de acero galvanizado), montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje y fijación de la rejilla.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	23,00	54,84	1.261,32
1.8	<p>Ud A) Descripción: Suministro y montaje de rejilla de impulsión, de aluminio extruido, anodizado color natural E6-C-0, con lamas horizontales regulables individualmente, de 325x125 mm, con parte posterior de chapa de acero pintada en color negro RAL 9005, formada por lamas verticales regulables individualmente y mecanismo de regulación del caudal con lamas acopladas en oposición, accionables desde la parte frontal, fijación mediante tornillos vistos (con marco de montaje de chapa de acero galvanizado), montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje y fijación de la rejilla.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	3,00	65,61	196,83

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.9 Ud	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de rejilla de impulsión, de aluminio extruido, anodizado color natural E6-C-0, con lamas horizontales regulables individualmente, de 425x125 mm, con parte posterior de chapa de acero pintada en color negro RAL 9005, formada por lamas verticales regulables individualmente y mecanismo de regulación del caudal con lamas acopladas en oposición, accionables desde la parte frontal, fijación mediante tornillos vistos (con marco de montaje de chapa de acero galvanizado), montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje y fijación de la rejilla.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	7,00	77,01	539,07
1.10 Ud	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de rejilla de retorno, de aluminio extruido, anodizado color natural E6-C-0, con lamas horizontales regulables individualmente, de 425x125 mm, fijación oculta (con marco de montaje de chapa de acero galvanizado), montada en pared. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje y fijación de la rejilla.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	3,00	42,36	127,08
1.11 Ud	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de rejilla de retorno, de aluminio extruido, anodizado color natural E6-C-0, con lamas horizontales regulables individualmente, de 225x125 mm, parte posterior de chapa de acero pintada en color negro RAL 9005, con mecanismo de regulación del caudal con lamas acopladas en oposición, accionables desde la parte frontal, fijación mediante tornillos vistos (con marco de montaje de chapa de acero galvanizado), montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje y fijación de la rejilla.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	9,00	49,15	442,35

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.12 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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, conexasiónado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	92,55	92,55
1.13 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 16 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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, conexasionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	31,32	12,42	388,99

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.14 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 18 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	23,12	12,70	293,62
1.15 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 20 mm de diámetro y 2 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	41,98	13,81	579,74

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.16 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 25 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	42,87	16,50	707,36
1.17 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	61,31	20,12	1.233,56

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.18 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 50 mm de diámetro y 4,5 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	11,14	41,22	459,19
1.19 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo multicapa de polietileno reticulado/aluminio/polietileno reticulado de alta densidad (PE-X/Al/PE-X), con barrera de oxígeno, de 25 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, temperatura máxima de funcionamiento 95°C, 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 por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	25,45	25,45

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.20 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de bomba de calor reversible, aire-agua, modelo Ecolean EAR 0211SKHN "LENNOX", potencia frigorífica nominal de 19,1 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 19,8 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 5 l, presión nominal disponible de 126 kPa) y depósito de inercia de 50 l, caudal de agua nominal de 3,29 m³/h, y potencia sonora de 78,6 dBA; con interruptor de caudal, filtro, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire, con refrigerante R-407C, incluso termómetros, para instalación en exterior. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad y sus accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica y de recogida de condensados. Puesta en marcha.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	7.626,55	7.626,55
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES:				26.977,49

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Nº CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1 INSTALACIONES	26.977,49
Presupuesto de ejecución material	26.977,49

Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de VEINTISEIS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

En este trabajo técnico, se diseñaron y calcularon todos los parámetros constructivos de una vivienda unifamiliar aislada de grandes dimensiones (422 m²) situada en San Roque (Cádiz). Posteriormente, se analizó su demanda energética y validó el cumplimiento del CTE DB-HE 1, produciendo unos resultados inaceptables en materia de demanda energética de calefacción.

Por ello, se analizó y luego mejoró, la demanda energética anual del prototipo, a través de la modificación de la envolvente térmica y de parámetros constructivos (solera, fachada, cubierta y tabiquería), puentes térmicos y carpintería, consiguiendo reducir la demanda de calefacción a 15 kWh·m⁻²·año⁻¹, lo que se conoce energéticamente como casa pasiva (*passive house*).

Con la vivienda mejorada, se analizaron y cuantificaron las cargas térmicas máximas de calefacción (16.87 kW), y refrigeración (18.25 kW), mediante la implementación de la normativa CTE DB-HE 2 respecto a las instalaciones térmicas en edificios.

Seguidamente, a través de su diseño y cálculo, se implementaron tres instalaciones de sistemas de climatización. Un primer sistema se diseñó con calefacción por caldera de gas natural y radiadores y con refrigeración mediante un equipo multi-Split. También se diseñó un segundo sistema de calefacción por caldera de gasóleo y suelo radiante y refrigeración mediante un equipo multi-split, y finalmente un tercer sistema de calefacción y refrigeración mediante una bomba de calor reversible aire-agua, *fancoils* y distribución por conductos.

Finalmente, se ha procedido a realizar un análisis y estudio global en el ámbito del consumo energético, económico y medioambiental, obteniendo unos resultados comparativos de estos tres sistemas de climatización, mostrando como mejor opción en todos los casos el sistema de aire acondicionado con bomba de calor y conductos.

In this technical work, all the construction parameters of a large isolated house (422 m²) located in San Roque (Cádiz) were designed and calculated. Subsequently, its energy demand was analyzed and validated compliance with the CTE DB-HE 1, producing unacceptable results in terms of energy demand for heating. For this reason, the annual energy demand of the prototype was analyzed and then improved, through the modification of the thermal envelope and construction parameters (soil, facade, roof and partitioning), thermal bridges and carpentry, managing to reduce the demand for heating to 15 kWh·m⁻²·year⁻¹, which is known energetically as a passive house. With improved housing, maximum thermal heating loads (16.87 kW), and cooling (18.25 kW), were analyzed and quantified by implementing CTE DB-HE 2 regulations for thermal installations in buildings. After, through its design and calculation, three air conditioning system were implemented. A first system was designed with natural gas boiler heating and radiators and cooled by a multi-split equipment. A second heating system by diesel boiler and underfloor heating and cooling by a multi-split equipment was also designed, and finally a third heating and cooling system by means of a reversible air-water heat pump, fan coils and duct distribution. Finally, a global analysis and study has been carried out in the field of energy, economic and environmental consumption, obtaining comparative results from these three air conditioning systems, showing as a better option in all cases the air conditioning system with heat pump and ducts.

