

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

“Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización”

Curso: 2020/2021

Modalidad TFG: Trabajo Técnico

Alumna:

María Shaydrova

Director:
Francisco Domingo Molina Aiz



Índice

I. MEMORIA

Resumen	7
Abstract	8
1. Interés y objetivos	9
1.1. <i>Introducción</i>	9
1.2. <i>Objetivos</i>	10
2. Revisión bibliográfica	13
3. Especificaciones técnicas	17
3.1. <i>Descripción del edificio</i>	17
3.1.1. <i>Ubicación y orientación</i>	17
3.1.2. <i>Envoltente térmica</i>	18
3.1.3. <i>Carpinterías</i>	20
3.1.4. <i>Distribución de las unidades de uso y zonificación de los recintos</i>	20
3.1.5. <i>Selección de los recintos a climatizar</i>	22
3.2. <i>Normativa</i>	23
3.3. <i>Condiciones de diseños generales</i>	25
3.3.1. <i>DB-HE. Sección HE1: Limitación de la demanda energética. (BOE, 2013a)</i>	25
3.3.1.1. <i>Solicitaciones exteriores</i>	25
3.3.1.2. <i>Solicitaciones interiores</i>	26
3.3.1.3. <i>Limitación de demanda energética de calefacción</i>	27
3.3.1.4. <i>Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado</i>	27
3.3.2. <i>DB-HE. Sección HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas (BOE, 2013a)</i>	28
3.3.2.1. <i>Caracterización y cuantificación de las exigencias referidas a los caudales del aire</i>	29
3.3.2.2. <i>Dimensionado del sistema de ventilación</i>	30
3.3.2.3. <i>Eficiencia energética de los equipos de climatización</i>	31
3.3.3. <i>Requisitos de los conductos de ventilación y climatización</i>	34
3.3.4. <i>DB-HE. Sección HE0: Limitación del consumo energético (BOE, 2013a)</i>	35
3.3.4.1. <i>Consumo energético de energía primaria no renovable</i>	35
3.3.4.2. <i>Demanda energética y condiciones operacionales</i>	35
3.3.4.3. <i>Factores de conversión de energía final a energía primaria</i>	35
3.3.4.4. <i>Sistemas de referencia</i>	36
3.3.5. <i>Calificación energética del consumo de energía primaria</i>	36
4. Material y métodos	39
4.1. <i>Programas de diseño y cálculo</i>	39
4.2. <i>Procedimiento de cálculo de la demanda energética del edificio</i>	41
4.3. <i>Procedimiento de cálculo del consumo de energía primaria del edificio</i>	42
4.4. <i>Procedimiento de cálculo de las cargas térmicas de climatización</i>	43
4.5. <i>Métodos de climatización basados en energías no renovables</i>	44
4.6. <i>Métodos de climatización basados en energías renovables</i>	46
5. Resultados y discusión	51
5.1. <i>Verificación de la limitación de demanda energética</i>	51
5.1.1. <i>Consumo de energía mensual del edificio</i>	52
5.1.2. <i>Resultados de la limitación de descompensaciones</i>	54
5.2. <i>Condiciones de productos de construcción y sistemas técnicos</i>	58
5.3. <i>Comprobación de la limitación del consumo energético</i>	59
5.3.1. <i>Consumo energético de los servicios de calefacción y refrigeración</i>	59
5.3.2. <i>Consumo energético del servicio de agua caliente sanitaria (ACS)</i>	59
5.3.3. <i>Consumo energético de energía primaria no renovable</i>	61

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.4. Diseño del sistema de ventilación	64
5.4.1. Condiciones generales de los sistemas de ventilación de las viviendas	64
5.4.2. Condiciones particulares de los sistemas de ventilación de las viviendas.....	65
5.4.3. Resultados del diseño y del dimensionamiento del sistema de ventilación.....	65
5.5. Diseño del sistema de climatización basado en energías no renovables.....	67
5.5.1. Cargas térmicas de climatización	67
5.5.2. Sistema de generación de calor	68
5.5.3. Sistemas de generación de frío	72
5.5.4. Eficiencia de los sistemas de climatización no renovables	74
5.6. Diseño del sistema de climatización basado en energías renovables.....	77
5.6.1. Sistema de generación de calor mediante energía renovable.....	77
5.6.2. Sistema de generación de frío basado en energía renovable.....	79
5.6.2.1. Sistema auxiliar para producción de calor	81
5.6.2.2. Sistema auxiliar para refrigeración de agua.....	83
85	
5.6.3. Eficiencia de los sistemas de climatización renovables	85
5.7. Comparación de los sistemas de climatización y discusión.....	89
5.8. Estimación del consumo energético en diferentes escenarios.....	91
6. Conclusiones	93
7. Integración de las diferentes competencias.....	95
7.1. Competencias específicas.....	95
7.2. Competencias técnicas transversales.....	95
8. Fases de la realización del TFG y su cronograma asociado	97
9. Bibliografía.....	99

II. PLANOS

P1-2. Planos de localización	109
P3. Edificio y superficies	111
P4-9. Cerramientos.....	112
P10-14. Instalación de ventilación	118
P15-18. Instalación de climatización basada en energías tradicionales	123
P19-22. Instalación de climatización basada en energías renovables	127

III. ANEXOS

Anexo 1 – Descripción de materiales y elementos constructivos.....	131
Anexo 2 – Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1	161
Anexo 3 – Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0	187
Anexo 4 – Exigencia Básica HS 3.....	199
Anexo 5 – Listado resumen de cargas térmicas	209
Anexo 6 – Verificación CTE-HE0 y HE1 y Certificación energética	215
Anexo 7 – Catálogos comerciales de los equipos de climatización.....	235

Índice de figuras

Figura 1. Fachada principal del edificio seleccionado.	17
Figura 2. Localización geográfica del edificio.	17
Figura 3. Localización geográfica del edificio ampliada.	18
Figura 4. Modelo 3D del edificio. Vista de la fachada delantera.....	19
Figura 5. Modelo 3D del edificio. Vista de las medianerías laterales y de la parte posterior.....	19
Figura 6. Selección de la envolvente vertical en CypeCAD MEP.	39
Figura 7. Programa informático HULC utilizado para la obtención de la certificación energética del edificio.	40
Figura 8A. Enfriador por adsorción. Cámara 1 (izquierda) – adsorción, cámara 2 (derecha) – desorción (Ebrahimi M., 2015).	48
Figura 8B. Enfriador por adsorción. Cámara 1 (izquierda) – desorción, cámara 2 (derecha) – adsorción.	49
Figura 9. Resultados del balance energético anual del edificio.	53
Figura 10. Demanda energética (a) y potencia útil instantánea a cubrir (b) por los sistemas de calefacción y refrigeración.	54
Figura 11. Demanda energética del edificio y consumo de energía renovable y no renovable.	63
Figura 12. Representación gráfica de las cargas de calefacción de cada recinto, planta baja.....	68
Figura 13. Imagen y dimensiones de la caldera de gas Wolf CGB-2-20 (WOLF, 2019).	69
Figura 14. Imagen y dimensiones de los radiadores de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C (FERROLI, 2018).	70
Figura 15. Imagen y dimensiones de los radiadores tubulares de aluminio Cool 1160 (FONDITAL, 2021).	70
Figura 16. Imagen de la bomba de recirculación centrífuga Baxi Quantum ECO 32, (BAXI, 2021).	71
Figura 17. Imagen de las unidades de aire acondicionado interiores MSZ-BT (a) y exteriores MXZ (b) instaladas (MITSUBISHI, 2018-19).	73
Figura 18. Equipos de climatización, planta baja. Modelo 3D CypeCAD MEP.	74
Figura 19. Imagen de la caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60 (a) y del silo de almacenamiento de pellets (b) Herz modelo 19 (TERMOSUN, 2018).	78
Figura 20. Imagen y dimensiones del enfriador de adsorción Fahrenheit eCoo 20 (FAHRENHEIT, 2019).	80
Figura 21. Imagen de la torre de refrigeración de circuito abierto Indumec APAREL serie TC-021 PFV (INDUMEC, 2021).	84
Figura 22. Imagen de los fancoils LENNOX Comfair HC (LENNOX, 2021).	85

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de la superficie útil del edificio.	20
Tabla 1. (Continuación).	21
Tabla 2. Zonificación de las viviendas.	21
Tabla 2. (Continuación).	22
Tabla 3. Recintos climatizados del edificio.	22
Tabla 4. Condiciones exteriores para la zona climática A3.	25
Tabla 5. Solicitaciones interiores y condiciones operacionales. Apéndice C de CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).	26
Tabla 6. Valor base y factor corrección de la demanda energética de calefacción. Tabla 2.1 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).	27
Tabla 7. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Tabla 2.3 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).	27
Tabla 7. (Continuación).	28
Tabla 8. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en $W/m^2 \cdot K$. Tabla 2.4 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).	28
Tabla 9. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en $W/m^2 \cdot K$, Tabla 2.5 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).	28
Tabla 10. Condiciones interiores de diseño.	29
Tabla 11. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables. Tabla 2.1 del CTE DB-HS 3 (MF, 2019).	29
Tabla 12. Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm^2 . Tabla 4.1 del CTE DB-HS 3 (MF, 2019).	30
Tabla 13. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización en función del recorrido de las tuberías. Tabla 1.2.4.2.5 del RITE (BOE, 2016).	31
Tabla 14. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios. Tabla 1.2.4.2.1 del RITE (BOE, 2016).	32
Tabla 15. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios. Tabla 1.2.4.2.2 del RITE (BOE, 2016).	32
Tabla 16. Potencia específica de ventiladores. Tabla 2.4.2.7 del RITE (BOE, 2016).	32
Tabla 17. Control de las condiciones termohigrométricas. Tabla 2.4.3.1 del RITE (BOE, 2016).	33
Tabla 18. Control de la calidad del aire interior. Tabla 2.4.3.2 del RITE (BOE, 2016).	33
Tabla 19. Valores límite de presión sonora según el uso del edificio. Tabla B. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales (BOE, 2007).	34
Tabla 20. Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético. Tabla 2.1 del CTE DB HE 0 (BOE, 2013a).	35
Tabla 21. Factores de conversión de energía final a energía primaria (MIET y MF, 2016).	36

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 22. Eficiencias de los sistemas de referencia. Tabla 2.2 del CTE DB-HE 0 (BOE, 2013a).	36
Tabla 23. Cálculo de los indicadores energéticos de la demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. (Tabla I.1, IDAE, 2009a).	37
Tabla 24. Valores de los indicadores de comportamiento energético de referencia I_{REG} para Cádiz. (Tabla I.2, IDAE, 2009a).	38
Tabla 25. Comparación de las características de los biocombustibles (IDAE, 2009).	46
Tabla 26. Suma semanal de las cargas internas y valor promedio.	51
Tabla 27. Demandas energéticas de calefacción y refrigeración por zona habitable.	51
Tabla 28. Resultados del balance energético anual del edificio.	52
Tabla 29. Verificación de transmitancia térmica de los elementos en contacto con el terreno.	54
Tabla 30. Verificación de transmitancia térmica de los elementos en contacto con el aire.	54
Tabla 31. Verificación de transmitancia térmica de los huecos.	55
Tabla 32. Conversión de clase de permeabilidad al aire a permeabilidad al aire a 100 Pa (AENOR, 2017).	55
Tabla 33. Verificación de permeabilidad de aire de los huecos p	56
Tabla 34. Transmitancias térmicas de las medianerías y particiones interiores que delimitan unidades de distinto uso.	56
Tabla 35. Transmitancias térmicas de las medianerías y particiones interiores que delimitan unidades del mismo uso.	56
Tabla 35. (Continuación).	57
Tabla 36. Demanda energética de calefacción y refrigeración por zona habitable.	59
Tabla 37. Cálculo de demanda diaria de ACS del edificio.	60
Tabla 38. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C) en Cádiz. Tabla B.1 del Apéndice B del DB-HE 4 (BOE, 2013a).	60
Tabla 39. Contribución solar mínima anual para ACS en %. Tabla 2.1 del DB-HE 4 (BOE, 2013a).	60
Tabla 40. Resultados de cálculo de la demanda energética de ACS.	60
Tabla 40. (Continuación).	61
Tabla 41. Resultados de cálculo de la demanda de ACS cubierta por energía solar.	61
Tabla 42. Resultados de cálculo de demanda energética y la energía útil aportada.	62
Tabla 43. Cargas máximas de calefacción y refrigeración necesarias en las viviendas.	67
Tabla 44. Cargas parciales de calefacción del edificio.	67
Tabla 45. Cargas parciales de refrigeración del edificio.	68
Carga máxima simultánea por mes (kW)	68
Tabla 46. Características de la caldera de condensación Wolf CGB-2-20 ⁽¹⁾	68
Tabla 46. (Continuación).	69

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 47. Características de los radiadores Ferroli Europa 900 C.	69
Tabla 48. Características de los radiadores toalleros Cool.....	70
Tabla 49. Características de la bomba de recirculación Baxi Quantum Eco 32.....	71
Tabla 50. Cálculo del espesor mínimo de aislamiento en tuberías de agua.	71
Tabla 51. Listado de tuberías exteriores en el sistema de calefacción basado en energía no renovable.	72
Tabla 52. Listado de tuberías interiores en el sistema de calefacción basada en energía no renovable.	72
Tabla 53. Resumen de los equipos de refrigeración instalados en el edificio. Refrigeración no renovable.	73
Tabla 54. Resultados de la potencia de calefacción instalada y de las pérdidas de calor en el circuito. Calefacción no renovable.	75
Tabla 55. Comparación entre las cargas térmicas del edificio y la potencia de los equipos instalados. Climatización no renovable.....	75
Tabla 56. Calificación energética del edificio en función de los diferentes sistemas de calefacción.	76
Tabla 57. Calificación energética del edificio en función de IEE global.....	76
Tabla 58. Características de la caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 20 (TERMOSUN, 2018).	77
Tabla 59. Listado de tuberías exteriores en sistema de calefacción basado en energía renovable.	79
Tabla 60. Listado de tuberías interiores en sistema de calefacción basado en energía renovable.	79
Tabla 61. Características equipo de enfriamiento por adsorción eCoo 20 (FAHRENHEIT, 2019).	80
Tabla 62. Características de la caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 60 (TERMOSUN, 2018).	83
Tabla 63. Características torre refrigeración APAREL TC-021 PFV (INDUMEC, 2021).....	83
Tabla 64. Listado de tuberías exteriores en sistema de refrigeración basado en energía renovable.....	84
Tabla 65. Listado de tuberías interiores en sistema de refrigeración basado en energía renovable.	84
Tabla 65. (Continuación).	85
Tabla 66. Características de los fancoils LENNOX Comfair HC (LENNOX, 2021).....	85
Tabla 67. Resultados de la potencia de calefacción instalada y de las pérdidas de calor en el circuito. Calefacción renovable.	86
Tabla 68. Resultados de la potencia de refrigeración instalada y de las pérdidas de frío en el circuito. Refrigeración renovable.....	86
Tabla 69. Comparación entre las cargas térmicas del edificio y la potencia de los equipos instalados. Climatización renovable.....	87
Tabla 70. Calificación energética del edificio residencial. Sistema de calefacción compuesto por caldera de biomasa. Sistema de refrigeración compuesto por enfriador de adsorción. Sistema de ACS compuesto por caldera de gas natural. Climatización renovable.	87
Tabla 71. Comparación de las emisiones de CO ₂ del edificio en función del tipo de climatización.....	89
Tabla 72. Estimación de las demandas de climatización y consumo de energía primaria en diferentes escenarios.	91
Tabla 73. Cronograma de la realización de actividades.	97

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Resumen

Dada la necesidad de reducir las emisiones de CO₂ para combatir el cambio climático, las soluciones en el ámbito residencial son: la construcción de viviendas energéticamente eficientes mediante una envolvente térmica adecuada y la elección de equipos de climatización con menor impacto medioambiental posible. Este proyecto engloba ambas soluciones con el fin de obtener unos resultados que demuestren que es posible mejorar la situación actual mediante el uso de energías renovables.

El primer paso de este trabajo técnico ha sido la definición de los elementos de la envolvente térmica de un edificio residencial situado en Cádiz (36°31'43.4"N 6°18'10.5"W). El diseño de la envolvente ha permitido calcular la demanda energética del edificio necesaria para proporcionar unas condiciones de temperatura adecuadas, mediante el programa informático CYPECAD MEP. Dicha demanda ha supuesto 11,1 kWh/m²-año de calefacción y 10,1 kWh/m²-año de refrigeración (para una superficie útil de 397,26 m²). Estos valores junto con las transmitancias térmicas de los elementos constructivos han permitido validar el cumplimiento del apartado *HE1 – Limitación de la demanda energética* del Código Técnico de la Edificación (CTE). Por otro lado, se ha calculado el consumo de energía primaria no renovable y se ha confirmado que es inferior al límite máximo permitido, verificado la normativa establecida en *CTE DB HE0 - Limitación del consumo energético*.

También se ha diseñado el sistema de ventilación del edificio para asegurar unas condiciones de salubridad apropiadas para el edificio residencial. Los cálculos de los conductos y aberturas se han efectuado con CYPECAD MEP atendiendo a la normativa establecida en *CTE DB HS-3 - Calidad del aire interior*.

Una vez diseñado el sistema de ventilación, se ha procedido a proyectar el sistema de climatización del edificio basado en energías no renovables. Se obtuvieron las potencias máximas simultáneas de climatización del edificio, 17,11 kW para calefacción y 18,5 kW para refrigeración. A partir de estos datos, se eligieron los equipos idóneos para satisfacer las necesidades térmicas. En una primera opción se utilizaron sistemas tradicionales basados en energías no renovables. El sistema de calefacción se realizó mediante la instalación de una caldera de gas natural Wolf CGB-2-de 20,4 kW y la refrigeración mediante equipos de aire acondicionado *multi-split* Mitsubishi MXZ y MSZ de 1 a 10,7 kW. El sistema de climatización se ha realizado siguiendo la normativa *CTE DB HE-2 - Rendimiento de las instalaciones térmicas*.

En una segunda opción basada en el uso de energías renovables, se diseñó una instalación con una caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60 45, con una potencia térmica modulante 13-45 kW acoplada a un sistema de refrigeración por adsorción con gel de silicio-agua Fahrenheit eCoo 20 de 33,4 kW de potencia. Para el funcionamiento del sistema de refrigeración es necesario el uso de una torre refrigeración APAREL TC-021 PFV de 49 kW y de intercambiadores agua-aire colocados en el interior de las viviendas, utilizando fancoils LENNOX Comfair HC de 0,57 a 2,27 kW de potencia.

Las emisiones de CO₂ y la certificación energética se calcularon mediante la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC). El uso de la caldera de biomasa para calefacción y del sistema de refrigeración por adsorción, permiten reducir las emisiones anuales de CO₂ en un 52,7% con respecto a la caldera de gas natural y sistema de aire acondicionado por compresión (pasando de 2870,1 kgCO₂/año a 1355,8 kgCO₂/año). El edificio con climatización con energías tradicionales ha obtenido una clasificación de Eficiencia Energética B, mientras que en el segundo escenario el resultado fue más favorable, clase A.

Comparado el consumo del edificio bajo diferentes supuestos de evolución de las temperaturas como consecuencia del cambio climático, se ha observado que un incremento de la temperatura media de 0,8°C (con las variaciones correspondientes de las temperaturas mínimas y máximas) podría producir un aumento en la demanda de energía primaria no renovable del edificio del 47,7%.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Abstract

Given the need to reduce CO₂ emissions to combat climate change, solutions in the residential field are: the construction of energy-efficient homes through an appropriate thermal envelope and the choice of air conditioning equipment with the least possible environmental impact. This project encompasses both solutions in order to obtain results that show that it is possible to improve the current situation through the use of renewable energies.

The first step of this technical work was the definition of the elements of the thermal envelope of a residential building located in Cádiz (36°31'43.4"N 6°18'10.5"W). The design of the envelope made it possible to calculate the energy demand of the building necessary to provide adequate temperature conditions, using the software CYPECAD MEP. This demand meant 11.1 kWh/m²-year of heating and 10.1 kWh/m²-year of cooling (for a surface of 397,26 m²). These values together with the thermal transmittances of the construction elements allowed the validity of compliance with the section *HE1 – Limiting energy demand* from the Technical Building Code (CTE). On the other hand, the non-renewable primary energy consumption was calculated and it was confirmed that it is lower than the maximum limit allowed, verified by the regulations established in *CTE DB HE0 Limiting energy consumption*.

The building's ventilation system was also designed to ensure appropriate health conditions for the residential building. The calculations of the ducts and openings were carried out with CYPECAD MEP in accordance with the regulations established in *CTE DB HS-3 – Quality of inside air*.

Once the ventilation system was designed, the building's air conditioning system based on non-renewable energy was designed. The maximum simultaneous air conditioning power of the building was obtained, 17.11 kW for heating and 18.5 kW for cooling. Based on these data, the ideal equipment was chosen to satisfy the thermal needs. A first option used traditional systems based on non-renewable energy. The heating system was carried out by installing a natural gas boiler Wolf CGB-2-de 20,4 kW and cooling by multi-split air conditioning equipment Mitsubishi MXZ and MSZ of 1 - 10,7 kW. The air conditioning system was made following the *CTE DB HE-2 – Efficiency of thermic equipment* regulations.

In a second option based on the use of renewable energies, an installation was designed with a Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60 45 biomass boiler, with a modulating thermal power of 13-45 kW coupled to an adsorption cooling system with silica gel-water Fahrenheit eCoo 20 of 33.4 kW power. For the operation of the cooling system, it is necessary to use an APAREL TC-021 PFV cooling tower of 49 kW and water-to-air exchangers placed inside the houses, using LENNOX Comfair HC fancoils from 0.57 to 2.27 kW of power.

CO₂ emissions and energy certification were calculated using the Unified LEADER/CALENER Tool (HULC). The use of the biomass boiler for heating and the adsorption cooling system, allow to reduce the annual emissions of CO₂ by 52,7% with respect to the natural gas boiler and compression air conditioning system (from 2870,1 kgCO₂/ year to 1355.8 kgCO₂/ year). The building with traditional energy air conditioning has obtained an Energy Efficiency B rating, while in the second scenario the result was more favorable, Class A.

Compared to the consumption of the building under different assumptions of temperature evolution as a result of climate change, it has been observed that an increase in the average temperature of 0.8°C (with corresponding variations in minimum and maximum temperatures) could result in an increase in the demand for non-renewable primary energy in the building of 47.7%.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

1. Interés y objetivos

1.1. Introducción

Hoy en día, los edificios se construyen de acuerdo a las normativas existentes no solo con el fin de crear estructuras seguras para la vida humana, sino que se pretende construir edificios que permitan satisfacer las necesidades del ser humano para que este pueda desarrollar actividades en condiciones de confort.

Actualmente, uno de los desafíos mundiales más decisivos es el cambio climático. Dado que el uso de combustibles fósiles, fuertemente asociados con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), sigue siendo predominante, la eficiencia en el uso de estas fuentes de energía desempeña un papel importante (González-Álvarez et al., 2020). Las emisiones de GEI en la Unión Europea de 28 países (UE-28) ascendieron a 4.423,4 millones de toneladas equivalentes de CO₂ en 2016, siendo los edificios responsables del 20,4% (UE, 2019).

Por lo tanto, la reducción del consumo de energía en este sector se ha convertido en una prioridad debido a la necesidad de cumplir los objetivos de reducción de emisiones de dióxido de carbono. El consumo de energía en la UE-28 fue en 2017 de 1675 Mtep, correspondiendo un 27,2% a los edificios (UE, 2019). El uso de energía en los edificios residenciales principalmente se debe a la calefacción (64,1% del consumo final de energía en el sector residencial). El uso de energía eléctrica en iluminación y la mayoría de aplicaciones domésticas representa el 14,4% (excluyendo el uso de energía eléctrica para calefacción, refrigeración o las cocinas), la proporción utilizada para calefacción de agua sanitaria es un 14,8%, mientras que el uso para refrigeración representa en el conjunto de Europa solo un 0,3% (UE, 2019).

El consumo total de electricidad de un núcleo urbano y su patrón temporal dependen de muchas variables. En primer lugar, dependen de variables socioeconómicas, como el ingreso per cápita, el producto bruto doméstico y la población, del precio de la energía, de las actividades realizadas, en particular de la participación de los principales consumidores de energía eléctrica (residencial, comercial, de transporte e industrial). Dependen, además, de las variables climáticas, principalmente de la temperatura exterior. Todas estas variables tienen diferentes escalas de tiempo: el efecto de las variables socioeconómicas es apreciable en una escala anual, mientras que las actividades humanas y el clima, son apreciables a escalas horaria o diaria (Pagliarini et al., 2019).

Desde el período preindustrial (1850-1900), la temperatura media del aire de la superficie terrestre observada ha aumentado considerablemente más que la temperatura media global de la superficie (tierra y océano) (IPCC, 2020). De 1850-1900 a 2006-2015 la temperatura media del aire de la superficie terrestre ha aumentado en 1,5 °C (IPCC, 2020). La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) estima que a finales del siglo XXI la temperatura media en la región del Mediterránea aumentará 3,8°C y 6°C en los periodos invernal y estival respectivamente (Rodríguez Camino, 2013).

Por otro lado, los edificios construidos según la normativa del Código Técnico de la Edificación (CTE) (BOE, 2013) tienen una vida útil de 50 años, pudiendo variar en función de diferentes factores. Dado esto, se considera necesario proyectar y construir edificios que cumplan con la eficiencia energética a largo plazo para disminuir el uso de energías no renovables, asegurar el confort y bienestar interior y garantizar el óptimo uso de los edificios.

Con un diseño adecuado, los edificios pueden contribuir a la mitigación del cambio climático disminuyendo la energía incorporada en los materiales utilizados en su construcción y disminuyendo la demanda y el uso de energía durante su fase de operación (Cabeza y Chafer, 2020). Con el fin de reducir el consumo de energía primaria y minimizar el impacto del cambio climático, se debe hacer un esfuerzo significativo en el aislamiento térmico de los edificios (François et al., 2020). Además, el

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

fomento de energías renovables, libres de emisiones de dióxido de carbono, también es crucial. De hecho, en su séptimo Objetivo de Desarrollo Sostenible, las Naciones Unidas incluyen los objetivos de duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética y aumentar sustancialmente la participación de las energías renovables en el mix energético mundial para 2030 (UNGA, 2015). En 2017 el aporte energético de fuentes renovables fue en Europa de un 17,5%, exactamente el mismo valor que en España (UE, 2019).

El componente de ventilación es una de las partes críticas en un sistema de climatización y aire acondicionado (heating, ventilation and air-conditioning systems, HVAC) y tiene una importancia primordial para garantizar la eficacia operativa y la eficiencia en términos de consumo de energía y condiciones ambientales interiores. Un adecuado sistema de ventilación permite reducir el consumo de energía y conseguir un ambiente interior saludable (Afroz et al., 2020).

Dado que el interior de los edificios se comporta en función de las condiciones exteriores, una arquitectura eficiente permite crear edificios que sean coherentes con las condiciones climáticas, ambientales, económicas, culturales y tecnológicas. Por lo tanto, la identificación de las estrategias más eficaces destinadas a aumentar la eficiencia energética de los edificios y reducir su consumo de energía primaria se ha convertido en un punto clave para hacer frente a este desafío. En este contexto, la UE ha aplicado diferentes directivas en las últimas décadas destinadas a reducir el consumo de energía tanto en edificios nuevos como existentes, como la Directiva sobre eficiencia energética (EED) (UE, 2012) o la Directiva sobre el rendimiento energético en los edificios, publicada en 2002, y actualizadas con algunos cambios menores en 2018 (UE, 2018). Las diferentes estrategias para lograr este objetivo a menudo se clasifican en 3 grupos principales (Rodríguez-Pertuz et al., 2020):

- a) medidas centradas en la reducción de la demanda de energía actuando sobre el comportamiento pasivo de los edificios (por ejemplo, a través de normas de mayor aislamiento térmico en la envolvente o el aumento su hermeticidad).
- b) medidas destinadas a reducir el consumo de energía actuando sobre los elementos activos (por ejemplo, sistemas de climatización más eficientes).
- c) medidas para aumentar el suministro de energía procedente de fuentes de energía renovables, a fin de minimizar el consumo de energía primaria a partir de combustibles fósiles y sus emisiones de GEI.

1.2. Objetivos

El objetivo principal del trabajo propuesto es el diseño de diferentes sistemas de climatización energéticamente eficientes para un edificio de nueva construcción y determinar el consumo energético en función del clima exterior.

Este objetivo se materializará a través de los siguientes objetivos específicos:

- 1º. Diseñar los cerramientos del edificio para alcanzar los límites impuestos por el Código Técnico de la Edificación.
- 2º. Diseñar un sistema de ventilación que garantice la calidad ambiental y contribuya a la climatización pasiva del edificio.
- 3º. Diseñar sistemas de climatización basados en energías no renovables (sistemas de refrigeración individuales y sistema de calefacción centralizado basado en energía tradicional) y compararlo con un sistema de climatización basado en energías renovables con una caldera de biomasa y un sistema de refrigeración por absorción.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

4º. Estimar el consumo energético futuro en función de diferentes supuestos de escenarios de variación del clima exterior como consecuencia del cambio climático.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

2. Revisión bibliográfica

El principal motor del calentamiento del planeta Tierra a largo plazo son las emisiones totales de CO₂ y las dos cantidades están aproximadamente relacionadas linealmente (IPCC, 2018). Un aumento del CO₂ reduce la emisión de radiación desde la tierra que le permite el enfriamiento de la troposfera y disminuye las precipitaciones (Andrews *et al.*, 2010; Bala *et al.*, 2010). A escalas temporales superiores a la escala de tiempo en la que se produce un rápido ajuste hidrológico (Andrews *et al.*, 2010; Bala *et al.*, 2010; Cao *et al.*, 2012; Bony *et al.*, 2013), el aumento del CO₂ en la atmósfera terrestre induce un lento aumento de la temperatura y de la concentración del vapor de agua, mejorando así el enfriamiento radiativo de la atmósfera y aumentando la precipitación global (Allen e Ingram, 2002; Yang *et al.*, 2003; Held y Soden, 2006). Incluso después de que el forzamiento radiativo generado por el CO₂ comenzara a disminuir, el océano continuará calentándose, lo que seguiría aumentando la temperatura global, la evaporación y las precipitaciones. Además, los efectos no lineales en el clima también afectan a los cambios de precipitación (Good *et al.*, 2012).

A finales de la década de 1980, se estimó que las emisiones de los gases refrigerantes con los que operan los sistemas de refrigeración por compresión, tras la vida útil de los sistemas supondrían un 33,3% del efecto invernadero. Como resultado de esta estimación se crearon varios protocolos, como el Protocolo de Montreal (1987) o el Protocolo de Kyoto (1997) con el fin de reducir de forma gradual las emisiones de los gases refrigerantes. Aunque las emisiones de CFC y HCFC han ido disminuyendo desde finales de la década 1980, la situación sigue reclamando el desarrollo de alternativas tecnológicas para sustituir las crecientes emisiones de HFC por un medio alternativo respetuoso con el medio ambiente (Fernandes, 2014).

El Protocolo de Kyoto otorgó una importancia significativa al dióxido de carbono, que está catalogado como el gas de efecto invernadero más peligroso debido a sus contribuciones al calentamiento global. Las emisiones de dióxido de carbono producidas por el hombre son el resultado directo de la quema de combustibles fósiles.

Por otro lado, los combustibles fósiles siguen siendo la fuente de energía predominante en las centrales eléctricas, siendo la participación de las energías renovables insuficiente. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de mejorar la eficiencia energética y los impactos ambientales de los aparatos eléctricos, en particular los ciclos de refrigeración, que juegan un papel destacado en el consumo de energía y el impacto medio ambiental (Kasaeian, 2020).

La refrigeración por adsorción es una alternativa a la refrigeración por compresión de vapor, puesto que ha sido estudiada teórica y experimentalmente y trata de preservar el nivel de producción y la eficiencia de los sistemas tradicionales, con el fin de convertirse en uno de los métodos más prometedores (Fernandes, 2014). La capacidad de refrigeración de los enfriadores de adsorción se obtiene con el uso de efectos térmicos que se producen durante los procesos de adsorción y desorción en medios porosos (Grabowska *et al.*, 2018).

El proceso de adsorción se divide en la adsorción física y adsorción química. La adsorción física es causada por las fuerzas de van der Waals entre las moléculas del adsorbente y el adsorbato. La adsorción química ocurre debido a la reacción entre el adsorbato y las moléculas de superficie del adsorbente. La transferencia de electrones, el reordenamiento de átomos y fractura o formación de enlaces químicos siempre ocurre en el proceso de adsorción química.

En el proceso de adsorción física los mesoporos pueden adsorber consecutivas capas de adsorbato, mientras que en la adsorción química solo una capa de adsorbato reacciona con las moléculas superficiales del adsorbente (Wang, 2007).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Los sistemas de refrigeración por adsorción tienen varias ventajas frente a los sistemas de refrigeración por absorción. Los enfriadores por adsorción pueden ser alimentados por fuentes de calor con amplio rango de temperatura (50-500 °C) en comparación con los enfriadores de absorción (70-200 °C). A partir de 200°C comienza una severa corrosión en los enfriadores de absorción.

Los enfriadores por adsorción tienen la ventaja de ser compactos, libres o casi libres de partes móviles, trabajan de manera eficiente utilizando el calor residual de baja temperatura o calor proveniente de energías renovables (como calderas de biomasa o placas solares) y están libres de sustancias nocivas para el medio ambiente debido a que utilizan refrigerantes naturales como agua, etanol, metanol y amoníaco. Los enfriadores por adsorción no requieren lubricantes sintéticos y pueden operar en condiciones de baja presión (Habib, 2011).

El refrigerante es una sustancia o mezcla, normalmente un fluido, utilizado en el ciclo de calor sometido a una transición de fase reversible de un líquido a un gas y viceversa. Los refrigeradores domésticos, los sistemas de aire acondicionado, las bombas de calor, los calentadores de agua y otros muchos dispositivos utilizan refrigerantes como fluido caloportador (Abas *et al.*, 2018). Los refrigerantes naturales están presentes en la naturaleza en los ciclos químicos y biológicos. La Industria HVACR utilizó refrigerantes naturales desde 1800-1930 hasta la invención de refrigerantes sintéticos de alto rendimiento. El uso de refrigerantes sintéticos aumentó desenfrenadamente junto el uso de combustibles fósiles hasta que se detectaron el agotamiento de la capa de ozono y el calentamiento global.

Las comunidades científicas y las industrias se vieron obligadas a rechazar los hidrocarburos halogenados en favor de los refrigerantes naturales, y los combustibles fósiles comenzaron a sustituirse a favor de la tecnología de energías renovables y sostenibles. El agua (R-718) es un producto no tóxico, no inflamable y abundante en la tierra. El R-718 tiene un alto rendimiento de refrigeración en comparación con los CFC, pero requiere diez veces más flujo volumétrico para una capacidad de refrigeración, esto aumenta el coste en forma de compresores axiales o centrífugos.

Las propiedades termo-físicas permiten alcanzar un COP alto, sin embargo, su alta temperatura crítica (373,95 °C) y presión (221 bar), alto coste inicial de compresores axiales o centrífugos, alto caudal volumétrico, gran proceso de presión y la necesidad de usar intercambiadores de calor de contacto directo hace que el R-718 sea menos atractivo para aplicaciones de bombas de calor (Abas, 2018).

Las características más importantes para elegir un adsorbente adecuado son (Fernandes, 2014):

- Capacidad de adsorber una gran cantidad de adsorbato cuando se enfría hasta la temperatura ambiente.
- Capacidad de desorción del adsorbato alto cuando se calienta por la fuente de calor disponible.
- Calor específico bajo.
- Buena conductividad térmica con el fin de acortar el tiempo del ciclo
- Ser no tóxico y no corrosivo.
- Tener un bajo coste y amplia disponibilidad.

Los materiales adsorbentes más adecuados deben ser lo suficientemente porosos para permitir la adsorción de grandes cantidades de refrigerante, aunque como resultado aparecen conductividades térmicas bajas, lo cual limita el rendimiento del sistema de refrigeración.

Por lo tanto, debe haber un compromiso entre la alta porosidad requerida para una rápida difusión del vapor y la alta densidad requerida para una buena conductividad térmica. Los adsorbentes más utilizados son el carbón activado, la zeolita y gel de sílice (Wang *et al.*, 2009). El gel de sílice satisface

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

la mayoría de los criterios enumerados anteriormente, sin embargo, puede tener un coste elevado y escasa disponibilidad en algunos países (Fernandes, 2014).

El gel de sílice es un tipo de sílice sintética amorfa que forma una red rígida y continua de sílice coloidal conectada a granos muy pequeños de SiO_4 hidratado. Este adsorbente ya se utiliza en refrigeradores por adsorción comerciales (FAHRENHEIT, 2019).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

3. Especificaciones técnicas

3.1. Descripción del edificio

En primer lugar se ha realizado la descripción del edificio seleccionado para el cálculo de los cerramientos y diseño de los sistemas de climatización, indicando su geometría, localización geográfica y las características de los cerramientos de partida.

3.1.1. Ubicación y orientación

El edificio que se ha seleccionado para este trabajo es de uso residencial, se sitúa en el municipio de Cádiz (provincia Cádiz), consta de 3 plantas con un casetón sobre la cubierta y 8 viviendas. La fachada principal (Figura 1) del edificio está orientada 8° al noroeste. Se pretende construir el edificio del proyecto según las siguientes coordenadas geográficas 36°31'43.4"N 6°18'10.5"W, demoliendo previamente las construcciones existentes. Para una vista detallada de la localización consultar Planos 1 y 2.



Figura 1. Fachada principal del edificio seleccionado.

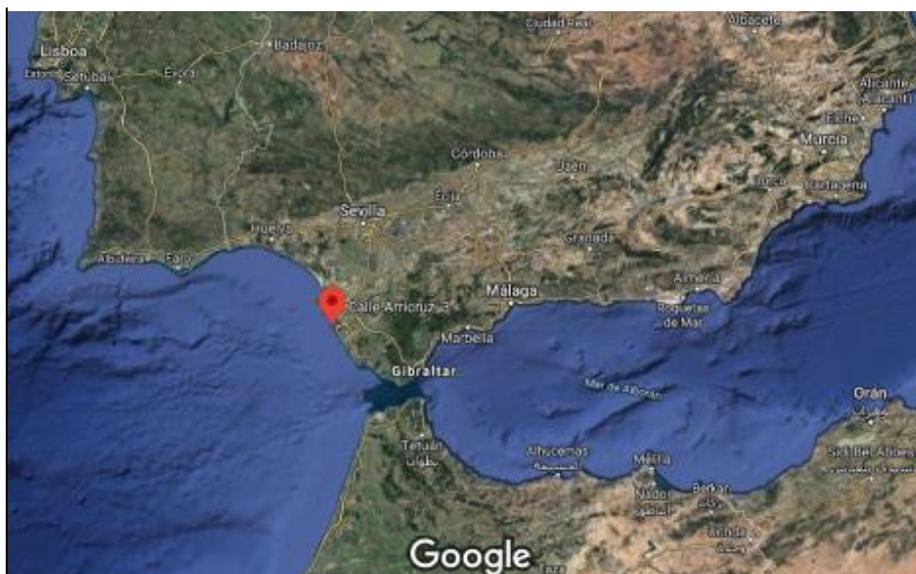


Figura 2. Localización geográfica del edificio.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización



Figura 3. Localización geográfica del edificio ampliada.

3.1.2. Envolvente térmica

La envolvente térmica vertical del edificio se define por fachadas (Figura 4) y medianerías (Figura 5). Las fachadas están compuestas de dos ladrillos cerámicos huecos de 11 y 7 cm, con una cámara de aire sin ventilado de 3,5 cm y una capa de 5 cm de poliuretano proyectado como aislamiento térmico, el revestimiento exterior es de mortero monocapa de 1,5 cm y el revestimiento interior puede ser de enfoscado de cemento de 1,5 cm con alicatado de baldosas cerámicas con un espesor de 0,5 cm mediante un adhesivo cementoso exclusivo para usos interiores (cocinas y baños) o de guarnecido de yeso en capa de 1,5 cm con pintura plástica (resto de recintos). La fachada del casetón es un bloque de termoarcilla de 24 cm con revestimiento exterior de mortero de cemento y guarnecido de yeso con pintura plástica en el interior, con espesores de 1,5 cm cada uno.

Las medianerías, según Apéndice A de DB HE 1 (BOE, 2013) son cerramientos que lindan con otro edificio ya construido o que se construya a la vez y que conforme una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará a efectos térmicos, una fachada. En nuestro proyecto, las medianerías están compuestas por fábricas de ladrillos de hormigón perforados de 12 cm y fábricas de ladrillos cerámicos huecos de 11 cm, con 3 cm de aislamiento intermedio de poliuretano proyectado, el revestimiento exterior es de enfoscado de cemento y el revestimiento interior, al igual que en las fachadas, puede ser con alicatado de baldosas sobre mortero de cemento o con pintura plástica sobre guarnecido de yeso.

Los tabiques que separan las viviendas entre sí y de las zonas comunes están compuestos por ladrillos de hormigón de 15,5 cm de espesor; panel de poliestireno expandido, 2 cm; y placa de yeso laminado, 1 cm. El revestimiento interior depende del recinto, alicatado con baldosas cerámicas o pintura plástica. Los tabiques interiores de las viviendas que separan las diferentes estancias están realizados con ladrillo cerámico hueco, 9 cm; aislante de lana mineral, 1,5 cm; placa de yeso laminado, 2 cm; acabado interior con baldosas cerámicas (baños y cocinas) o pintura plástica (resto de estancias).

Los suelos que están en contacto con el terreno tienen la siguiente estructura, desde la capa más baja: hormigón de limpieza, 10 cm; poliestireno extruido, 3 cm; film de polietileno, 0,02 cm; hormigón armado, 50 cm; base de arena de machaqueo estabilizada con cemento, 4 cm; mortero de cemento M-5, 3 cm con solado de baldosas cerámicas, 1 cm o mortero de cemento M-5, 3,2 cm con

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

solado de baldosas de mármol Blanco Macael, 2 cm. El solado de baldosas varía en función del recinto. En las zonas comunes como el hall de entrada y los pasillos distribuidores de las plantas se utiliza solado con baldosas de piedra natural, Blanco Macael y dentro de las viviendas se utilizan las baldosas cerámicas esmaltadas.



Figura 4. Modelo 3D del edificio. Vista de la fachada delantera.

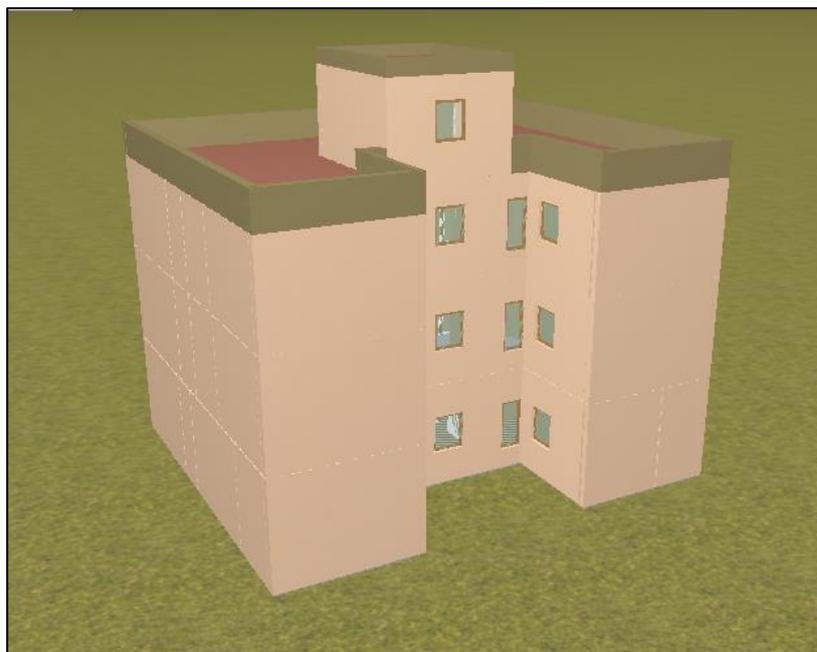


Figura 5. Modelo 3D del edificio. Vista de las medianerías laterales y de la parte posterior.

El forjado entre pisos es un forjado unidireccional con canto de 30 cm, con semivigueta pretensada y bovedilla de hormigón. El revestimiento de los techos varía en función de los recintos, en los baños se utiliza falso techo registrable de placas de escayola de 1,6 cm, con una cámara de aire sin ventilar de 30 cm. En los pasillos, las cocinas y partes de los comedores se utiliza falso techo continuo con placas de escayola de 1,6 cm de espesor y una cámara de aire sin ventilar de 30 cm. En los dormitorios y salones, el techo tiene un revestimiento de guarnecido y enlucido de yeso de 1,5 cm

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

con pintura plástica. En las viviendas el revestimiento del suelo es de solado de baldosas cerámicas, 1 cm; con base de mortero autonivelante, 4 cm; y 1 cm de poliestireno expandido elastificado con grafito como aislante termoacústico sobre el forjado unidireccional. Las zonas comunes tienen como revestimiento del suelo baldosas de piedra natural Blanco Macael, 2 cm; sobre una capa de mortero de cemento, 3,2 cm; con base de arena de machaqueo estabilizada con cemento, 4 cm.

El revestimiento de las azoteas está compuesto por los siguientes elementos, desde el exterior: pavimento de gres rústico, 1 cm; mortero de cemento, 4 cm; protector sobre el aislamiento térmico de geotextil de poliéster, 0,08 cm, poliestireno extruido, 5 cm; protector bajo aislamiento térmico de geotextil de poliéster, 0,06 cm; impermeabilización asfáltica monocapa adherida; 0,36 cm; y formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida de 10 cm sobre el elemento estructural. El elemento estructural es el forjado unidireccional de 30 cm.

3.1.3. Carpinterías

La puerta de acceso al edificio es de dos hojas, con doble acristalamiento de seguridad y una carpintería realizada en acero galvanizado.

En la fachada principal las ventanas y las puertas balconeras son de aluminio con diferentes acristalamientos en función de las necesidades térmicas de cada vivienda. Se han utilizado acristalamientos especiales de control solar con baja emisividad térmica y acristalamientos estándar, con diferentes coeficientes de transmisión de calor. La fachada trasera, entrante al edificio, tiene diferentes huecos con acristalamiento estándar, con carpinterías de aluminio.

Las puertas de acceso a las viviendas son puertas blindadas con hojas de tablero aglomerado. Las puertas de paso interior de las viviendas están fabricadas con tablero de MDF. Además, existen tres puertas cortafuegos, una de salida en la parte trasera del edificio, una de salida a la azotea y una puerta de doble hoja en el cuarto de instalaciones situado en el casetón del edificio.

Se puede ver toda la distribución y geometría de las carpinterías del edificio en los Planos 4-9 y una descripción detallada de todos los elementos constructivos y huecos del edificio en el *Anexo 1 – Descripción de elementos constructivos y huecos del edificio*.

3.1.4. Distribución de las unidades de uso y zonificación de los recintos

El edificio de este proyecto consta de 3 plantas sobre la rasante encerradas por la envolvente térmica y un casetón sobre la cubierta. La superficie total de todas las plantas se distribuye en 8 viviendas, una zona común habitable y una zona no habitable en el casetón.

Utilizaremos la superficie útil del edificio para los cálculos posteriores. En la Tabla 1 se muestra la distribución de las zonas útiles del edificio. En el Plano 3 se muestra la distribución y zonificación del edificio de forma gráfica.

Tabla 1. Distribución de la superficie útil del edificio.

Ubicación	Unidad de uso	S _u (m ²)	V (m ³)
Viviendas		343,66	942,73
Planta baja	Vivienda 1 (Bajo A)	54,28	157,1
	Vivienda 2 (Bajo B)	53,18	154,08
Planta 1	Vivienda 3 (1-A)	43,99	122,88
	Vivienda 4 (1-B)	42,90	119,79
	Vivienda 5 (1-C)	31,21	87,87
Planta 2	Vivienda 6 (2-A)	43,99	111,88
	Vivienda 7 (2-B)	42,90	109,06

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 1. (Continuación).

Ubicación	Unidad de uso	S _u (m ²)	V (m ³)
Planta 2	Vivienda 8 (2-C)	31,21	80,07
Zona habitable		53,60	148,85
Planta baja	Hall entrada	15,31	41,22
	Escaleras bajo	9,71	29,21
Planta 1	Pasillo 1	4,57	11,85
	Escaleras 1	9,71	29,13
Planta 2	Pasillo 2	4,57	10,71
	Escaleras 2	9,72	26,73
Total		397,26	1091,58

La Tabla 2 muestra la zonificación de cada vivienda, agrupadas por plantas.

Tabla 2. Zonificación de las viviendas.

	Vivienda	Recinto	S _u (m ²)	V (m ³)
Planta baja	Vivienda 1 (Bajo A)	Hab. doble	11,58	34,8
		Hab. individual	8,76	26,31
		Baño	3,11	8,4
		Cocina	7,3	19,65
		Pasillo	3,21	8,67
		Salón FT	6,08	16,45
		Salón S/FT	14,25	42,81
			54,28	157,1
	Vivienda 2 (Bajo B)	Hab. doble	11,58	34,8
		Hab. individual	8,68	26,09
		Baño	2,98	8,07
		Cocina	7,3	19,75
		Pasillo	2,89	7,81
		Salón FT	5,88	15,9
Salón S/FT		13,86	41,66	
		53,18	154,08	
Planta 1	Vivienda	Recinto	S _u (m ²)	V (m ³)
	Vivienda 3 (1-A)	Hab. doble	11,74	34,33
		Baño	3,75	9,83
		Cocina	6,58	17,27
		Pasillo	1,73	4,53
		Salón FT	7,18	18,85
		Salón S/FT	13,02	38,07
			43,99	122,88
	Vivienda 4 (1-B)	Hab. doble	11,41	33,37
		Baño	3,68	9,66
		Cocina	6,65	17,45
		Pasillo	1,53	4,02
		Salón FT	7,03	18,45
Salón S/FT		12,6	36,85	
		42,9	119,8	

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 2. (Continuación).

Planta 1	Vivienda	Recinto	S_u (m ²)	V (m ³)
	Vivienda 5 (1-C)	Baño		3,61
Pasillo			2,56	6,72
Cocina			5,15	13,52
Salón S/FT			19,89	58,17
			31,21	87,87
Planta 2	Vivienda	Recinto	S_u (m ²)	V (m ³)
	Vivienda 6 (2-A)	Hab. doble		11,74
Baño			3,75	8,89
Cocina			6,58	15,63
Pasillo			1,73	4,1
Salón FT			7,18	17,05
Salón S/FT			13,02	34,82
			43,99	111,88
Vivienda 7 (2-B)	Hab. doble		11,39	30,47
	Baño		3,68	8,74
	Cocina		6,65	15,79
	Pasillo		1,55	3,68
	Salón FT		7,03	16,69
	Salón S/FT		12,6	33,7
			42,9	109,06
Vivienda 8 (2-C)	Baño		3,61	8,57
	Pasillo		2,56	6,08
	Cocina		5,15	12,24
	Salón S/FT		19,89	53,19
			31,21	80,07

3.1.5. Selección de los recintos a climatizar

Para realizar el dimensionamiento del sistema de climatización es necesario establecer las zonas del edificio que necesitan un aporte de energía para asegurar el confort y bienestar térmico, y determinar el tipo de climatización en cada una de ellas (calefacción y/o refrigeración). En la Tabla 3 se muestran las diferentes zonas habitables del edificio que se van a climatizar y el tipo de climatización que se va a diseñar para cada una de ellas. No se va a climatizar ninguno de los recintos no habitables del edificio.

Tabla 3. Recintos climatizados del edificio.

Recintos	Zona climatizada	Tipo de climatización	
		Calefacción	Refrigeración
Dormitorios	Sí	Sí	Sí
Salas de estar (Salón S/FT)	Sí	Sí	Sí
Salas de estar (Salón FT)	No	-	-
Cocinas	Sí	Sí	Sí
Cuartos de baño	Sí	Sí	No
Pasillos	No	-	-
Zonas comunes	No		

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

3.2. Normativa

Para el desarrollo de este Trabajo Técnico se ha considerado la normativa vigente sobre climatización, ventilación y aislamiento:

La selección de la zona climática, el diseño de la envolvente de los edificios y el cumplimiento de los requisitos de ahorro de la demanda de energía se ha realizado según las indicaciones de la sección *HE1 - Limitación de la demanda energética* (BOE, 2013a) del Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación (CTE). En este apartado normativo se indica que los edificios deberán disponer de una envolvente térmica que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del régimen de verano y de invierno (que caracterizan cada zona climática) y del uso del edificio.

El diseño de las instalaciones de climatización también se ha realizado según las exigencias del DB-HE del CTE incluidas en la sección *HE2 – Rendimiento de las instalaciones térmicas* (BOE, 2013a). Esta sección se corresponde con el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)* y sus posteriores modificaciones (BOE, 2016). Este apartado del CTE RITE, establece las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar de las personas (calefacción, refrigeración y ventilación), durante su diseño y dimensionado.

El conjunto del edificio y de sus instalaciones térmicas deben cumplir con las exigencias de *HE0-Limitación del consumo energético*. Dado que este apartado se incluyó en la modificación de 2013 del CTE, son muy pocas las viviendas actuales que lo cumplen. Este apartado se limita el consumo de energía primaria no renovable de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio en función de la zona climática de invierno de su localidad de ubicación, el uso del edificio (BOE, 2016).

La selección de la tasa metabólica de las personas en las viviendas se ha realizado según el informe UNE-CR 1752 IN (AENOR, 2008). Los límites de presión sonora en las rejillas y en los conductos, de los sistemas de climatización y ventilación han sido consultados en la norma UNE-CEN/TR 16798-4:2017 (AENOR, 2017). La velocidad límite del aire en el interior de los conductos se ha obtenido de la guía técnica en instalaciones de climatización con equipos autónomos (IDAE, 2012).

La eficiencia de los recuperadores de calor se ha seleccionado siguiendo la Directiva Europea 2009/125/CE (UE, 2009).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

3.3. Condiciones de diseños generales

3.3.1. DB-HE. Sección HE1: Limitación de la demanda energética. (BOE, 2013a)

Esta sección es de aplicación en edificios residenciales de nueva construcción y en edificios ya existentes que sufran algún tipo de intervención (ampliación, reforma o cambio de uso). El edificio de nuestro proyecto es de nueva construcción y se sitúa en el municipio de Cádiz (provincia Cádiz), con una altura sobre el nivel del mar de 7 m. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB-HE 1 (Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica), la zona climática A3. La zona climática determina las condiciones exteriores que se utilizarán para calcular la demanda energética del edificio determinando el clima de referencia asociado.

En nuestro caso, al tratarse de un edificio de nueva construcción es necesario cumplir con las restricciones del valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción para edificios de uso residencial privado, incluidas en la Tabla 2.1 del DB-HE1 (BOE, 2013a) en función de la zona climática de invierno. Para limitar las posibles descompensaciones en edificios de uso residencial privado, la transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los huecos y la transmitancia térmica de las zonas opacas de muros, cubiertas y suelos, que formen parte de la envolvente térmica del edificio, no debe superar los valores establecidos en la Tabla 2.3 del DB-HE1 (BOE, 2013a). De igual forma, la transmitancia térmica de medianerías y particiones interiores que delimitan las unidades de uso residencial de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio, y en las particiones interiores que delimiten unidades de uso residencial entre sí, no debe superar los valores de las Tablas 2.4 y 2.5 del DB-HE1 (BOE, 2013a), respectivamente.

3.3.1.1. Solicitaciones exteriores

Se consideran solicitudes exteriores las acciones del clima sobre el edificio con efecto sobre su comportamiento térmico, y por tanto, sobre su demanda energética. La zona climática del edificio se ha obtenido utilizando la Tabla B.1 Zonas climáticas de la Península Ibérica del Apéndice B de la sección HE1 del DB-HE (BOE, 2013a). Para las zonas climáticas, la letra hace referencia a la severidad climática en invierno (“A” el menos severo, “E” el más severo) y el número a la severidad en verano (“1” el menos severo, “4” el más severo).

Obtenida la zona climática, se determinan las condiciones climáticas del municipio, usando la base de datos de CypeCad MEP, para unas temperaturas de verano correspondientes al percentil 5%, y de invierno, correspondientes al percentil 97.5% (Tabla 4).

Tabla 4. Condiciones exteriores para la zona climática A3.

Emplazamiento	Cádiz
Altitud (m)	7
Latitud (N) (grados)	36,52
Longitud (E) (grados)	-6,29
Temperatura seca verano (°C)	33,44
Temperatura húmeda verano (°C)	22,6
Oscilación media diaria (°C)	14
Oscilación media anual (°C)	35,5
Temperatura seca en invierno (°C)	3,1
Humedad relativa en invierno (%)	90
Temperatura mínima histórica (°C)	-2,07
Temperatura mínima del terreno (°C)	7,05
Temperatura no perturbada del terreno (°C)	18,14
Velocidad del viento (m/s)	7,2

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

3.3.1.2. Solicitaciones interiores

Las solicitudes interiores son las cargas térmicas que se generan en el interior del edificio debido a los aportes de energía de los ocupantes, equipos e iluminación. Según DB HE 1, se establece que los espacios habitables del edificio deben mantener, a efectos de cálculo de la demanda, las condiciones operaciones definidas en su perfil de uso. El perfil de uso es una descripción hora a hora, para un año tipo, de las cargas internas (carga sensible por ocupación, carga latente por ocupación, equipos de iluminación y ventilación) y temperaturas de consigna (alta y baja) de un espacio habitable. El perfil de uso está determinado por el uso del espacio habitable, su nivel de cargas internas y su periodo de utilización, siendo el periodo de utilización el tiempo característico de utilización de un espacio habitable o del edificio. Para edificios de uso residencial privado se establece un periodo de utilización de 24 h.

Las cargas internas del edificio engloban la carga sensible nominal por ocupación, la carga sensible nominal por iluminación y la carga sensible nominal de los equipos. La densidad de las fuentes internas del edificio (promedio horario de la carga térmica total debida a las fuentes internas, repercutida sobre la superficie útil) se calcula a partir de las cargas nominales en cada hora, para cada una de las tres cargas anteriores, a lo largo de una semana tipo a través de la expresión (BOE, 2013a):

$$C_{FI} = \frac{\Sigma C_{oc}}{(7*24)} + \frac{\Sigma C_{il}}{(7*24)} + \frac{\Sigma C_{eq}}{(7*24)} \quad (1)$$

Siendo “ ΣC_{oc} ” la suma de las cargas sensibles nominales por ocupación (W/m^2), por hora y a lo largo de una semana tipo, “ ΣC_{il} ” la suma de las cargas sensibles nominales por ocupación (W/m^2), por hora y a lo largo de una semana tipo y “ ΣC_{eq} ” la suma de las cargas sensibles nominales por ocupación (W/m^2), por hora y a lo largo de una semana tipo.

Los horarios para los perfiles de uso tipo, las solicitudes interiores y las condiciones operaciones se han obtenido para un edificio de uso residencial con una baja densidad de fuentes internas en un periodo de utilización de 24 h (Tabla 5).

Tabla 5. Solicitaciones interiores y condiciones operacionales. Apéndice C de CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).

USO RESIDENCIAL	(24h, BAJA)						
	1-7	8	9-15	16-18	19	20-23	24
Temp Consigna Alta (°C)							
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	-	-	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-
Temp Consigna Baja (°C)							
Enero a Mayo	17	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m^2)							
Laboral	2,15	0,54	0,54	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
Ocupación latente (W/m^2)							
Laboral	1,36	0,34	0,34	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
Iluminación (W/m^2)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Equipos (W/m^2)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Ventilación verano ¹							
Laboral, Sábado y Festivo	4,00	4,00	*	*	*	*	*
Ventilación invierno ²							
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

- (1) En régimen de verano, durante el periodo comprendido entre la 1 y las 8 horas, ambas incluidas, se supondrá que los espacios habitables de los edificios destinados a vivienda presentan una ventilación originada por la apertura de ventanas de 4 renovaciones por hora, El resto del tiempo, indicados con * en la tabla, el número de renovaciones hora será igual al mínimo exigido por el DB HS.
- (2) El número de renovaciones hora, indicado con * en la tabla, será igual al mínimo exigido por el DB HS.

La densidad de las fuentes internas del edificio se obtiene promediando las densidades de cada uno de los espacios ponderadas por la fracción de la superficie útil que representa cada espacio en relación a la superficie útil total del edificio.

3.3.1.3. Limitación de demanda energética de calefacción

La demanda energética de calefacción de los edificios de uso residencial privado según la *Sección HE 1 - Limitación de la demanda energética* del CTE no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión (BOE, 2013a):

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + \frac{F_{cal,sup}}{S_u} \quad (2)$$

donde,

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

$D_{cal,lim}$: 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 6).

$F_{cal,sup}$: Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (Tabla 6).

Tabla 6. Valor base y factor corrección de la demanda energética de calefacción. Tabla 2.1 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).

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

3.3.1.4. Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado

La transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los huecos y la transmitancia térmica de las zonas opacas de muros, cubiertas y suelos, que forman parte de la envolvente térmica del edificio, no deben superar los valores establecidos en la Tabla 7.

Tabla 7. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Tabla 2.3 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,65

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 7. (Continuación).

Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad de aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

(1) Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro de perímetro de suelo sobre el terreno hasta una profundidad de 0,5 m.

(2) Se considera el comportamiento conjunto del vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

(3) La permeabilidad de las carpinterías indicadas es la medida con una sobrepresión de 100 Pa.

La transmitancia térmica de medianerías y particiones interiores que delimiten las unidades de uso residencial de otras de distinto uso o zonas comunes del edificio, no pueden superar los valores de la Tabla 8. Cuando las particiones interiores delimitan unidades de uso residencial entre sí no se superarán los valores de la Tabla 9.

Tabla 8. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en W/m²·K. Tabla 2.4 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Tabla 9. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²·K, Tabla 2.5 del CTE DB-HE 1 (BOE, 2013a).

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

3.3.2. DB-HE. Sección HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas (BOE, 2013a)

Los edificios deben disponer de unas instalaciones térmicas apropiadas que garanticen el bienestar y el confort de las personas según se indica en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE (BOE, 2016).

El RITE considera como instalación térmica, a efectos de aplicación, a aquella que posea instalaciones fijas de climatización o agua caliente sanitaria. Este reglamento será de obligado cumplimiento en las instalaciones térmicas de nueva construcción y en las instalaciones térmicas que se reformen en edificios ya existentes.

Al tratarse de un edificio de nueva construcción todos los diseños de las instalaciones de climatización deberán cumplir el RITE.

Los distintos parámetros de cálculo se han obtenido del apartado IT 1.1. *Exigencia de Bienestar e Higiene de la Instrucción Técnica 1 - Diseño y dimensionado* (BOE, 2016).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

La temperatura operativa y la humedad relativa de diseño la marca la *IT 1.1.4.1.2 - Temperatura operativa y humedad relativa* (BOE, 2016), en función de la tasa metabólica y el grado de vestimenta. Para una actividad de 1,2 met (tasa metabólica para una actividad sedentaria según el informe CR1752) (AENOR, 2008), con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) entre el 10 y el 15 %, el RITE establece un intervalo de valores posibles (Tabla 10).

Tabla 10. Condiciones interiores de diseño.

Estación	Tabla 1.4.1.1 del RITE (BOE, 2016)		Datos de diseño seleccionados	
	Temperatura Operativa °C	Humedad relativa %	Temperatura Operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60	24	50
Invierno	21...23	40...50	21	50

La velocidad media del aire en las zonas ocupadas por las personas, según marca la *IT 1.1.4.1.3- Velocidad media del aire*, se deberá mantener dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas, la vestimenta, la temperatura del aire y la intensidad de las turbulencias. Para calcular la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40 % y un porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) por corrientes de aire del 15 %, se usa la ecuación (BOE, 2016):

$$V = \frac{t}{100} - 0.07 \quad (3)$$

Las velocidades medias máximas de las viviendas oscilarán desde los **0.14 m/s** en invierno hasta los **0.17 m/s** en verano.

3.3.2.1. Caracterización y cuantificación de las exigencias referidas a los caudales del aire

Según la *IT 1.1.4.2 - Exigencia de calidad del aire interior* (BOE, 2016), en los edificios de viviendas, para los locales habitables del interior de las mismas y los trasteros, se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

En el capítulo 2 del DB HS 3, se establece que en los locales de las viviendas debe aportarse un caudal de aire exterior para conseguir que en cada local la concentración media anual de CO₂ sea menor que 900 ppm y que el acumulado anual de CO₂ que exceda 1600 ppm sea menos que 500000 ppm·h, con las condiciones de diseño del Apéndice C de la sección 3 de DB HS. Además, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Las dos condiciones descritas se consideran satisfechas con el establecimiento de una ventilación de caudal constante acorde a la Tabla 11.

Tabla 11. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables. Tabla 2.1 del CTE DB-HS 3 (MF, 2019).

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

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

- (1) En los locales secos de las viviendas destinadas a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor
- (2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente
- (3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

En la zona de cocción de las cocinas debe disponerse un sistema que permita extraer los contaminantes que se producen durante su uso, de forma independiente a la ventilación general de los locales habitables. Esta condición se considera satisfecha si se dispone de un sistema en la zona de cocción que permita extraer un caudal mínimo de 50 l/s.

3.3.2.2. Dimensionado del sistema de ventilación

Según el apartado 4.1 - *Aberturas de ventilación* de la *Sección HS 3 - Calidad del aire interior* (MF, 2019) del CTE, el área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local debe ser como mínimo la mayor de las que se obtienen mediante las fórmulas que figuran en la Tabla 12.

Tabla 12. Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm². Tabla 4.1 del CTE DB-HS 3 (MF, 2019).

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{va}$
	Aberturas de extracción	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{ve}$
	Aberturas de paso	70 cm^2 ó $8 \cdot q_{vp}$
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	$8 \cdot q_v$

- (1) El área efectiva total de las aberturas mixtas de cada zona opuesta de fachada y de la zona equidistante debe ser como mínimo el área total exigida.

donde,

- q_v : Caudal de ventilación mínimo exigido del local en l/s, obtenido de la Tabla 11 o del cálculo realizado para cumplir la exigencia.
- q_{va} : Caudal de ventilación correspondiente a cada abertura del local calculado por un procedimiento equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, l/s.
- q_{ve} : Caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de extracción del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, l/s.
- q_{vp} : Caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de paso del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, l/s.

El equilibrado de caudales es un procedimiento por el que, fijada una hipótesis de flujo, en el supuesto de que los caudales de admisión y extracción determinados no coincidan, se aumentan los caudales menores hasta que se igualen a los mayores.

Cuando los conductos se instalen contiguos a un local habitable, la sección nominal de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la siguiente fórmula (MF, 2019):

$$S \geq 2,5 \cdot q_{vt} \quad (4)$$

siendo q_{vt} el caudal de aire en el tramo del conducto en l/s, que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Los aspiradores mecánicos deben dimensionarse de acuerdo con el caudal extraído y para una depresión suficiente para contrarrestar las pérdidas de presión previstas del sistema.

La superficie total practicable de las ventanas y puertas exteriores de cada local debe ser como mínimo un veinteavo de la superficie útil del mismo.

3.3.2.3. Eficiencia energética de los equipos de climatización

En la *IT 1.2.4 - Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética* del RITE (BOE, 2016) se establece que 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.

En cuanto a los equipos de refrigeración, la *IT 1.2.4.1.3.3 - Maquinaria frigorífica enfriada por aire* determina el dimensionado de los condensadores para una temperatura seca exterior igual a la del nivel percentil más exigente más 3°C y la dotación de un sistema de control de la presión de condensación, salvo cuando se tenga la seguridad de que nunca funcionará con temperaturas exteriores menores que el límite mínimo que indique el fabricante. Cuando los equipos sean reversibles, la temperatura mínima de diseño será la húmeda del nivel percentil más exigente menos 2 °C (BOE, 2016).

Para determinar el aislamiento mínimo de las redes de tuberías frigoríficas se empleará el método indicado en la *IT 1.2.4.2.1.2 - Procedimiento simplificado*, mediante el cual, para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m·K), los espesores de aislamiento mínimos serán los recogidos en la Tabla 13.

Tabla 13. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización en función del recorrido de las tuberías. Tabla 1.2.4.2.5 del RITE (BOE, 2016).

Diámetro exterior (mm)	Interior edificios (mm)	Exterior edificios (mm)
D ≤ 13	10	15
13 < D < 26	15	20
26 < D < 35	20	25
35 < D < 90	30	40
D > 90	40	50

Cuando se utilicen materiales de conductividad térmica distinta de 0,040 W/(mK), se determinará el espesor mínimo, en conductos de sección circular, aplicando la ecuación (BOE, 2016):

$$d = \frac{D}{2} \left[\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} * \ln \frac{D+2d_{ref}}{D} \right) - 1 \right] \quad (5)$$

Siendo, “λ_{ref}” la conductividad térmica de referencia, igual a 0,04 W/(m·K) a 10 °C, “λ” la conductividad térmica del material empleado (W/(m·K)), “d_{ref}” el espesor mínimo de referencia (mm), “d” el espesor mínimo del material empleado (mm), “D” el diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería (mm), “ln” el logaritmo neperiano (base 2,7183...) y “EXP” el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis.

El aislamiento de las redes de conductos de aire tratado viene marcado por la *IT 1.2.4.2.2 - Aislamiento térmico de redes de conductos* del RITE (BOE, 2016). Cuando la potencia útil nominal instalada de generación de calor o frío sea menor o igual que 70 kW (como ocurre en nuestras viviendas), para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m·K) el

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

espesor mínimo del aislamiento se obtiene de las Tablas 14 y 15. Para superficies de sección circular se empleará la Ec. (5). Para materiales de distinta conductividad formando superficies planas se emplea la ecuación (BOE, 2016):

$$d = d_{ref} \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \quad (6)$$

Tabla 14. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios. Tabla 1.2.4.2.1 del RITE (BOE, 2016).

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 15. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios. Tabla 1.2.4.2.2 del RITE (BOE, 2016).

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

El rendimiento mínimo requerido en los sistemas de propulsión de fluidos viene marcada por la IT 1.2.4.2.5 - *Eficiencia energética de los equipos para el transporte de fluidos* del RITE (BOE, 2016). Se indicará a que categoría pertenece cada uno mediante la potencia específica de los sistemas de bombeo (SFP), calculada como la potencia absorbida por el motor dividida por el caudal de fluido transportado, medida en W/(m³/s). En la Tabla 16 aparecen las distintas categorías.

Tabla 16. Potencia específica de ventiladores. Tabla 2.4.2.7 del RITE (BOE, 2016).

Categoría	Potencia específica (W/(m ³ /s))
SFP 1	Wesp ≤ 500
SFP 2	500 < Wesp ≤ 750
SFP 3	750 < Wesp ≤ 1.250
SFP 4	1.250 < Wesp ≤ 2.000
SFP 5	Wesp > 2.000

Siendo:

- SFP 1 y SFP 2 para sistemas de ventilación y de extracción.
- SFP 3 y SFP 4 para sistemas de climatización, dependiendo de su complejidad.

Según la IT 1.2.4.3.2 - *Control de las condiciones termo-higrométricas* del RITE (BOE, 2016), los sistemas de climatización, centralizados o individuales, se diseñarán para controlar el ambiente interior desde el punto de vista termo-higrométrico. Según la capacidad que posea el sistema para controlar la temperatura y la humedad relativa de los locales se clasificarán en una de las categorías indicadas en la Tabla 17.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 17. Control de las condiciones termohigrométricas. Tabla 2.4.3.1 del RITE (BOE, 2016).

Categoría	Ventilación	Calentamiento	Refrigeración	Humidificación	Deshumidificación
THM-C 0	x	-	-	-	-
THM-C 1	x	x	-	-	-
THM-C 2	x	x	-	x	-
THM-C 3	x	x	x	-	(x)
THM-C 4	x	x	x	x	(x)
THM-C 5	x	x	x	x	x
Abreviaturas utilizadas					
-	No influenciado por el sistema				
x	Controlado por el sistema y garantizado en el local				
(x)	Afectado por el sistema pero no controlado por el local				

Siendo:

- THM-C1. Variación de la temperatura del fluido portador (agua o aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C2. Como THM-C1, más 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 local más representativo.
- THM-C5. Como THM-C3, más control de la humedad relativa en los locales.

El control utilizado en nuestras viviendas será **THM-C3**.

En la IT 1.2.4.3.3 - *Control de la calidad de aire interior en las instalaciones de climatización* del RITE (BOE, 2016) se definen distintos métodos, recogidos en la Tabla 18.

Tabla 18. Control de la calidad del aire interior. Tabla 2.4.3.2 del RITE (BOE, 2016).

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 (encendido de luces, infrarrojos, etc.).
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 (CO ₂ o VOCs).

Según la IT 1.2.4.3.3 los métodos IDA-C2, IDA-C3 e IDA-C4 se emplearán en locales no diseñados para ocupación humana permanente. Los métodos IDA-C5 e IDA-C6 se emplearán para locales de gran ocupación, como teatros, cines, salones de actos, recintos para el deporte y similares. Por tanto, en nuestro caso se podrían utilizar los métodos IDA-C2, IDA-C3 e IDA-C4. Sin embargo, con el objetivo de

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

obtener una mayor eficiencia energética se ha optado por el método **IDA-C6** controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior.

Según la *IT 1.2.4.5.2 - Recuperación de calor del aire de extracción* del RITE (BOE, 2016), en los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior por medios mecánicos sea superior a 0,5 m³/s, será obligatoria la recuperación de energía de dicho aire mediante un recuperador de calor. Las eficiencias mínimas que marca RITE (BOE, 2016) son inferiores a las que marca la Directiva (UE) 2009/125/CE (PE, 2009) a través de la puesta en vigor de su último escalón. Dicha normativa, basada en el mercado de eficiencia de ciertos productos, obliga a los fabricantes a producir equipos muy eficientes. Cuando sea necesario el uso de recuperadores de calor, estos tendrán una eficiencia del **90%**.

3.3.3. Requisitos de los conductos de ventilación y climatización

Otro de los factores a tener en cuenta para realizar el diseño de los conductos y las rejillas tanto de ventilación como de climatización es el ruido. Debido a que no existe una norma específica en cuanto al nivel de ruido relacionado con la distribución y la difusión de aire, se han utilizado los límites, recogidos en la Tabla 19 incluida en el Real Decreto 1367/2007 que desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE, 2007). Se establecen tres niveles de índice de ruido en decibelios (dB), para el periodo del día L_d correspondiente a 12 horas; para el periodo de la tarde que le corresponden 4 horas L_e y para el periodo de noche al que le corresponden 8 horas, L_n .

Tabla 19. Valores límite de presión sonora según el uso del edificio. Tabla B. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales (BOE, 2007).

Tipo de edificio/espacio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

(1) Los valores de la tabla B, se refieren a los valores del índice de inmisión resultantes del conjunto de emisores acústicos que inciden en el interior del recinto (instalaciones del propio edificio, actividades que se desarrollan en el propio edificio o colindantes, ruido ambiental transmitido al interior).

Nota: Los objetivos de calidad aplicables en el espacio interior están referenciados a una altura de entre 1,2 m y 1,5 m.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

3.3.4. **DB-HE. Sección HE0: Limitación del consumo energético (BOE, 2013a)**

Según la *Sección HE 0 - Limitación del consumo energético* del CTE el consumo energético de los edificios se limita en función de la zona climática de su localidad de ubicación y del uso previsto.

3.3.4.1. **Consumo energético de energía primaria no renovable**

El consumo energético de energía primaria no renovable de edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de uso residencial privado no debe superar el valor límite $C_{ep,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión (BOE, 2013a):

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + \frac{F_{ep,sup}}{S} \quad (7)$$

donde,

$C_{ep,lim}$: 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 20).

$F_{ep,sup}$: Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (Tabla 20).

S_u : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 397,26 m².

Tabla 20. Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético. Tabla 2.1 del CTE DB HE 0 (BOE, 2013a).

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$C_{ep,base}$ [kW·h/m ² ·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

3.3.4.2. **Demanda energética y condiciones operacionales**

El consumo energético de los servicios de calefacción y refrigeración se obtendrá considerando las condiciones operacionales, datos previos y procedimientos de cálculo de la demanda energética establecidos en la *Sección HE1 - Limitación de la demanda energética* del Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación (BOE, 2013a).

El consumo energético del servicio de agua caliente sanitaria (ACS) se debería obtener considerando la demanda energética resultante de la aplicación de la *Sección HE 4 - Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria* del DB-HE. El consumo energético del servicio de iluminación se debería calcular considerando la eficiencia energética de la instalación resultante de la aplicación de la *Sección HE 3 - Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación* del DB-HE (BOE, 2013a).

En este proyecto no se ha tenido en cuenta el consumo energético de iluminación debido a que objetivo del trabajo se limitaba al análisis del consumo energético de climatización.

3.3.4.3. **Factores de conversión de energía final a energía primaria**

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables para cada vector energético se encuentran publicados oficialmente en el Documento Reconocido de Factores de emisión de CO₂ (MIET y MF, 2014). En la Tabla 21 se resumen los factores de conversión que se utilizarán este proyecto para el cálculo del consumo energético.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 21. Factores de conversión de energía final a energía primaria (MIET y MF, 2016).

Vector energético	EP _{ren} (kWh) / EF (kWh)	EP _{nr} (kWh) / EF (kWh)	EP _T (kWh) / EF (kWh)
Gas natural	0,005	1,19	1,195
Electricidad convencional peninsular	0,414	1,954	2,368
Biomasa densificada (pellets)	1,028	0,085	1.113

donde:

EP_{ren} (kWh)/EF (kWh): factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables;

EP_{nr} (kWh)/EF (kWh): factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;

EP_T (kWh)/EF (kWh): factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables;

3.3.4.4. Sistemas de referencia

En el apartado 4.3 del DB HE 0, se establece que cuando no se definan en el proyecto un servicio de climatización, en edificios de uso residencial privado se consideran las eficiencias de los sistemas de referencia que se indican en la Tabla 22.

Tabla 22. Eficiencias de los sistemas de referencia. Tabla 2.2 del CTE DB-HE 0 (BOE, 2013a).

Tecnología	Vector energético	Rendimiento
Producción de calor	Gas natural	0,92
Producción de frío	Electricidad	2,00

3.3.5. Calificación energética del consumo de energía primaria

Conforme al capítulo 2.2.2 del DB-HE 0, la calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable de edificios nuevos, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013 (BOE, 2013b).

Con el fin de facilitar el cumplimiento del procedimiento básico se han creado documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, que cuentan con el reconocimiento conjunto del Ministerio de Industria, Energía y Turismo y del Ministerio de Fomento. Estos pueden ser programas informáticos de calificación de eficiencia energética (entre los que se encuentra Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC)) y especificaciones y guías técnicas sobre la aplicación técnico-administrativa de la certificación de eficiencia energética, entre las que se encuentra la *Guía técnica: Opción Simplificada-Viviendas-Memoria de cálculo de la Serie Calificación de Eficiencia Energética de Edificios* editada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2009b).

Con carácter general, el indicador de eficiencia energética global depende de los indicadores intermedios, mediante la expresión siguiente (IDAE, 2009b):

$$IEE_G = IEE_{CAL} \times \varphi_{CAL} + IEE_{REF} \times \varphi_{REF} + IEE_{ACS} \times \varphi_{ACS} \quad (8)$$

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

donde:

IEE_{CAL} , IEE_{REF} y IEE_{ACS} son, respectivamente, los indicadores correspondientes a las emisiones de CO₂ de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria para el edificio objeto.

φ_{CAL} , φ_{REF} y φ_{ACS} son, respectivamente, los coeficientes de reparto correspondientes a las emisiones de CO₂ de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de referencia.

Los coeficientes de reparto dependen de la localidad y del tipo de edificio de vivienda (unifamiliares o en bloque) y su suma, en cada caso, es igual a la unidad.

A su vez, cada uno de los indicadores intermedios depende de la demanda correspondiente (D), del rendimiento medio estacional de la instalación (η) y del tipo de energía utilizada (a través del coeficiente de paso a emisiones de CO₂), mediante la relación (IDAE, 2009b):

$$IEE_{CAL} = IEE_{CAL}^{demanda} \cdot IEE_{CAL}^{sistemas} = \frac{D_{CAL|objeto}}{D_{CAL|referencia}} \cdot \frac{C_P/\eta_{SC|objeto}}{C_P/\eta_{SC|referencia}} \quad (9)$$

$$IEE_{REF} = IEE_{REF}^{demanda} \cdot IEE_{REF}^{sistemas} = \frac{D_{REF|objeto}}{D_{REF|referencia}} \cdot \frac{C_P/\eta_{SC|objeto}}{C_P/\eta_{SC|referencia}} \quad (10)$$

$$IEE_{ACS} = IEE_{ACS}^{demanda} \cdot IEE_{ACS}^{sistemas} = \frac{D_{ACS|objeto}}{D_{ACS|referencia}} \cdot \frac{C_P/\eta_{SC|objeto}}{C_P/\eta_{SC|referencia}} \quad (11)$$

El procedimiento final de obtención de las clases de eficiencia para edificios destinados a vivienda comprende las siguientes etapas (IDAE, 2009a):

- Obtención de los indicadores energéticos correspondientes al edificio objeto.
- Obtención de los indicadores energéticos de referencia.
- Obtención de los índices de eficiencia energética.
- Obtención de los indicadores energéticos de los sistemas.
- Obtención de los coeficientes de reparto correspondientes a las emisiones de CO₂.
- Cálculo del indicador global de eficiencia energética del edificio.

El proceso de obtención de los indicadores de eficiencia energética de la demanda se ilustra en el la Tabla 23.

Tabla 23. Cálculo de los indicadores energéticos de la demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. (Tabla I.1, IDAE, 2009a).

Concepto	Indicadores de comportamiento energético del edificio objeto	Indicadores de comportamiento energético de referencia	Indicadores de eficiencia energética
Símbolo	I_{OBJ}	I_{REG}	IEE
Unidades	kWh/m ²	kWh/m ²	adimensional
Fuente de la información	Mediante los cálculos de programa CYPECAD MEP	Tabla 24	$IEE = I_{OBJ}/I_{REG}$

Los indicadores del comportamiento energético de referencia dependen de la localidad del edificio (Tabla 24).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 24. Valores de los indicadores de comportamiento energético de referencia I_{REG} para Cádiz. (Tabla I.2, IDAE, 2009a).

Viviendas	Demanda calefacción (kWh/m ²)	Demanda refrigeración (kWh/m ²)	Demanda ACS (kWh/m ²)	Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ²)	Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ²)	Consumo E. Primaria calefacción (kWh/m ²)	Consumo E. Primaria refrigeración (kWh/m ²)
Unifamiliares	17,2	21,4	16,7	5,5	5,4	24,9	21,8
Bloques	9,0	14,6	12,3	2,9	3,7	13,1	14,9

Los indicadores de eficiencia energética de los sistemas dependen del equipo utilizado, del combustible y de su rendimiento energético.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

4. Material y métodos

4.1. Programas de diseño y cálculo

En el desarrollo del trabajo se ha realizado en primer lugar el dimensionamiento de los cerramientos de un edificio multifamiliar que se pretende construir en la ciudad de Cádiz (España) en función de las condiciones climáticas actuales. Se ha utilizado el programa CYPECAD MEP (CYPE Ingenieros, S.A., Alicante, España) adaptado al Código Técnico de la Edificación (CTE) para determinar el espesor de aislante necesario para cumplir con las exigencias incluidas en la sección *HE1 – Limitación de la demanda energética* del CTE. El programa informático CYPECAD, y específicamente su módulo de instalaciones de climatización MEP, permite diseñar y dimensionar la envolvente térmica de los edificios sobre un modelo 3D integrado con los distintos elementos que lo constituyen y calcular las necesidades de climatización. La Figura 6 muestra la interfaz del software de cálculo y un ejemplo de selección de la envolvente vertical del edificio objeto del presente estudio.

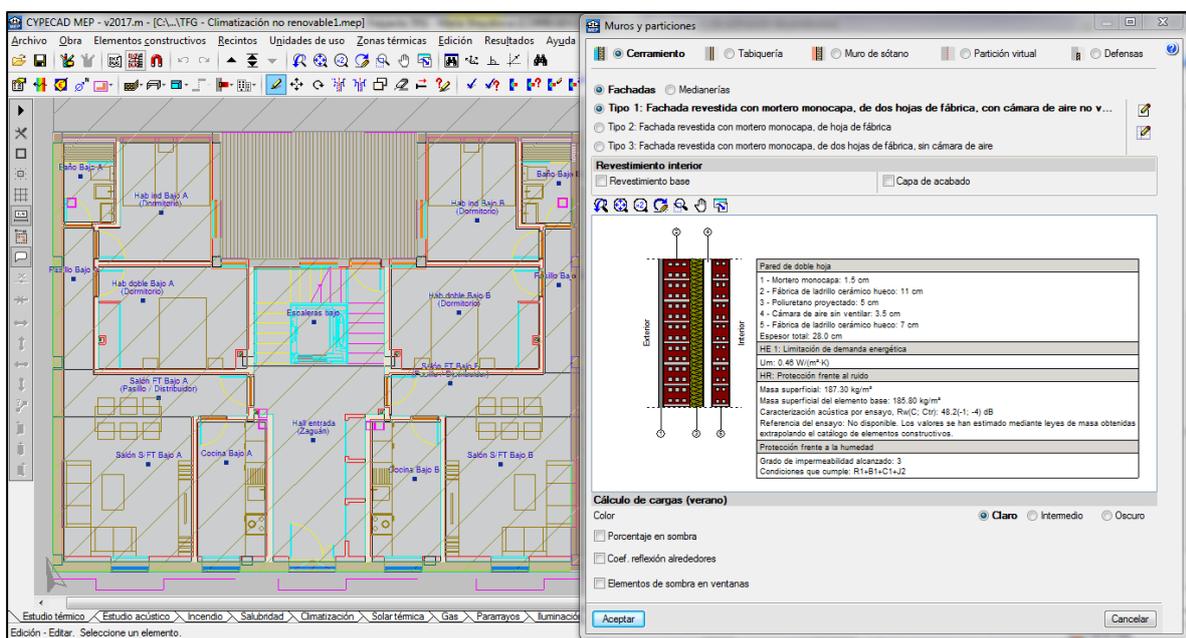


Figura 6. Selección de la envolvente vertical en CypeCAD MEP.

El trabajo también incluye un estudio de salubridad del aire interior asegurando que cumple con la normativa *DB HS-3 - Calidad de Aire Interior*. A partir del cálculo de los cerramientos y del sistema de ventilación se han diseñado los sistemas de climatización, basados tanto en energías no renovables como renovables (caldera de biomasa y sistema de refrigeración por adsorción), con el fin de comparar sus rendimientos y sus funcionalidades. Finalmente se ha analizado el efecto de la previsible variación del clima exterior en el consumo energético del edificio y de su eficiencia energética.

En el programa es necesario introducir todas las características geométricas del edificio mediante el plano constructivo (parte izquierda de la Fig. 6), así como los componentes constructivos y materiales de todos sus cerramientos (parte derecha de la Fig. 6). CYPECAD MEP consta de una base de datos climáticos asociada a las principales poblaciones, como es el caso de Cádiz capital, así como un gran número de equipos comerciales de sistemas de climatización predefinidos (calderas, intercambiadores, evaporadores, condensadores,.....). El programa permite además incluir nuevos equipos de climatización indicando sus características técnicas (potencia, consumo, rendimiento,...).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Para los supuestos de variación del clima como consecuencia del cambio climático se han utilizado los datos climáticos de otras poblaciones con temperaturas diferentes a las de Cádiz, con el objetivo de que se ajusten a la realidad, ya que las variaciones en la temperatura media irán acompañadas de mayores gradientes térmicos anuales (diferencia entre máximas y mínimas).

Mediante la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC) (Fig. 7) se han verificado los apartados 3.1 y 3.2 de la sección HE0 del CTE DB-HE 2019 y se ha emitido el informe para la Certificación energética del edificio (*Anexo 6 – Certificación energética*). Los datos de cálculo de HULC se han importado directamente del programa CYPECAD MEP.

CTE-HE - ejemploviv_plurif_bdc

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Calidad de la envolvente térmica | Demanda

	Valores límite	
Transmitancia térmica global, K [W/m²K]	0.64	0.68 CUMPLE
Control solar, q_soltjul [kWh/m².mes]	0.54	2.00 CUMPLE
Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h]	3.87	5.12 CUMPLE
Compacidad [m³/m²]	2.59	
Superficie útil de cálculo, Aútil [m²]	2374.24	
Superficie de cerramientos opacos, Aopacos [m²]	2040.94	
Superficie de huecos, Ahuecos [m²]	252.00	
Longitud de puentes térmicos, Lpt [m]	1092.66	

Detalle por componentes:

Huecos | Opacos | Puentes Térmicos | Espacios

Núm.	Nombre	Construcción	Área [m²]	U [W/m²K]	Orientación	% Marco	g_glw	g_glsh,w	F_shobst	Ganancia_jul [kWh/m²]
1	P01_E01_PE001_V1	MET	1.00	2.21	O	10.00	0.70	0.08	0.39	3.32
2	P01_E01_PE003_V1	MET	1.00	2.21	O	10.00	0.70	0.08	0.66	5.56
3	P01_E01_PE005_V1	MET	2.00	2.21	N	10.00	0.70	0.08	0.98	4.28
4	P01_E01_PE005_V2	MET	2.00	2.21	N	10.00	0.70	0.08	0.98	4.28
5	P01_E01_PE005_V3	MET	2.00	2.21	N	10.00	0.70	0.08	0.98	4.28
6	P01_E02_PE001_V1	MET	1.00	2.21	O	10.00	0.70	0.08	0.69	5.86
7	P01_E02_PE003_V1	MET	1.00	2.21	O	10.00	0.70	0.08	0.39	3.32
8	P01_E02_PE004_V2	MET	2.00	2.21	S	10.00	0.70	0.08	0.99	6.35
9	P01_E02_PE004_V3	MET	2.00	2.21	S	10.00	0.70	0.08	0.99	6.35

Cerrar

Figura 7. Programa informático HULC utilizado para la obtención de la certificación energética del edificio.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

4.2. Procedimiento de cálculo de la demanda energética del edificio

El procedimiento de cálculo de la demanda de energía empleado por el programa CYPECAD MEP 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 - *Eficiencia energética de los edificios*, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 - *Prestaciones térmicas de los edificios*. 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 del 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 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.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

4.3. Procedimiento de cálculo del consumo de energía primaria del edificio

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.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

4.4. Procedimiento de cálculo de las cargas térmicas de climatización

Para dimensionar los sistemas de climatización es necesario conocer las cargas térmicas para las situaciones de diseño de verano y de invierno, tomando la situación más desfavorable.

El cálculo de la carga térmica de refrigeración para un recinto consiste en la suma de las cargas sensibles, que originan una variación de temperatura del aire en el interior del recinto, y las cargas latentes, que pueden variar la humedad del aire. La estructura del edificio (superficies acristaladas, paredes y techos exteriores) junto con las infiltraciones del aire exterior que se producen a través de los aireadores de las carpinterías y las actividades de las personas presentes en los recintos hacen que aumente la cantidad de energía calorífica, es decir, son responsables de la producción de la carga sensible dentro del edificio. Para calcular la carga latente CYPECAD-MEP determina la carga por ocupación de las personas y la carga de ventilación que se produce por las filtraciones del aire exterior.

La carga térmica de calefacción se calcula sumando la carga sensible de ventilación y la carga sensible interna (estructura e intermitencias de uso).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

4.5. Métodos de climatización basados en energías no renovables

Se ha decidido realizar la calefacción del edificio mediante un sistema centralizado colectivo que supone la instalación de una caldera de condensación que utiliza como combustible el gas natural. La instalación de la caldera se realiza en la terraza del edificio a la altura de la planta del casetón. En la caldera se quema el gas natural con el fin de calentar agua que circula a través de las tuberías instaladas desde la caldera hasta cada radiador.

Las calderas de condensación tienen un mayor rendimiento frente al resto de las calderas dado que se aprovecha el calor de la mezcla de vapor de agua y CO₂ que se genera tras la combustión del gas natural. El agua de retorno de los radiadores vuelve a la caldera mediante una bomba de recirculación y se precalienta en un intercambiador de calor a la salida del quemador. En ese punto del circuito el vapor de agua tras la combustión del gas natural condensa aportando calor al agua de retorno y el calor residual de los gases de combustión precalienta el aire que entra al quemador. De esta forma, se necesita menos energía para calentar la misma cantidad de agua que circula a través de las tuberías.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE (BOE, 2016) en su instrucción técnica *IT 1.2.4.2.7 – Redes de tuberías*, indica que los trazados de los circuitos de tuberías de los fluidos portadores se pueden diseñar, en el número y forma que resulte necesario, teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas. El trazado de tuberías se ha diseñado siguiendo las recomendaciones de la *Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas* (IDAE, 2008). De esta forma, el sistema de distribución de agua consiste en bajantes de impulsión y retorno que atraviesan todas las plantas del edificio y se encuentran encerradas en las paredes con puertas de acceso en cada planta, donde se encuentran los sistemas de control del consumo individual. Cada vivienda recibe dos tuberías individuales (impulsión y retorno) que discurren empotradas en el suelo y conectan todos los radiadores en paralelo. El sistema de distribución bitubo permite aislar cualquier emisor sin interrumpir el funcionamiento del resto de la instalación y hace que el agua, que llega a los distintos radiadores, esté a una temperatura similar.

El sistema de calefacción incluye la posibilidad de control individual de las viviendas para ajustarse a las necesidades térmicas, para eso se instalará un termostato ambiente que actuará sobre una válvula de dos vías que permitirá cortar el paso de agua de la instalación general a la vivienda.

El diseño del sistema de calefacción comprende la instalación de radiadores en todos los recintos en los que se necesita calefacción. La transmisión de calor se realiza en distintas fases, el agua caliente por convección aumenta la temperatura de la superficie interior del radiador y este a su vez, transmite el calor hacia la superficie exterior por conducción. El radiador caliente transmite la energía calorífica al aire interior del recinto, en menor parte por radiación y en mayor parte por convección gracias a la circulación del aire en el recinto. Cuando el aire se calienta se vuelve menos denso y sube hacia la parte superior del recinto haciendo que el aire frío baje produciendo un movimiento continuo del flujo. La potencia de calefacción de los radiadores debe satisfacer las necesidades térmicas del edificio, dicha potencia depende de los factores como el caudal de agua, la temperatura del agua y la temperatura ambiente del local (IDAE, 2008). Los radiadores instalados se han adaptado a las necesidades térmicas variando el número de elementos, teniendo cada elemento la misma potencia calorífica.

La refrigeración de los recintos se ha resuelto mediante instalaciones de aire frío con sistemas de refrigeración por compresión, sin conductos. En las viviendas de tipo estudio se han empleado instalaciones unitarias, con una unidad exterior (con condensador y compresor), conectada con una única unidad interior o *split*, mientras que en las viviendas de uno o más dormitorios se han

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

empleado instalaciones semicentralizadas, para cada vivienda se ha colocado una unidad exterior a la que se conectan varias unidades interiores.

El funcionamiento de las instalaciones de refrigeración por compresión se basa en la circulación de un fluido refrigerante en un circuito cerrado en el que, dependiendo del tramo, se puede encontrar en estado líquido o gaseoso. El refrigerante que entra a la unidad interior se encuentra en estado gaseoso con una temperatura inferior a la temperatura del aire del recinto, cediendo el frío al aire interior, que es expulsado mediante un ventilador, aumenta su temperatura.

Una vez que ha salido del evaporador pasa por un compresor que disminuye el volumen del refrigerante haciendo que aumente su presión, se produce cambio de estado de gas a líquido, permitiendo que circule hasta el condensador donde el calor que se ha extraído del interior del recinto se expulsa al exterior con la ayuda de un ventilador. Finalmente, el líquido refrigerante pasa por una válvula de expansión donde la presión disminuye y el volumen aumenta, haciendo que se vuelva gaseoso otra vez, entra en el evaporador de la unidad interior, repitiendo el ciclo.

El trazado de tuberías se realiza desde la unidad exterior (condensador) hacia el evaporador que se encuentra colocado en el interior del recinto. Por cada evaporador se conectan dos tuberías por las que circula el fluido caloportador, una para cuando el líquido refrigerante se encuentre en estado gaseoso y una para cuando se encuentre licuado. El diámetro, la longitud y el material de las tuberías los determina el fabricante de cada aparato en función del caudal y la potencia de trabajo.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

4.6. Métodos de climatización basados en energías renovables

El sistema de calefacción del edificio basado en energía renovable consiste en la instalación de una caldera de biomasa. Existen diferentes biocombustibles que son capaces de producir energía calorífica y abastecer el edificio del proyecto de agua caliente para el sistema de calefacción. A la hora de elegir el combustible se deben tener en cuenta los siguientes factores: el poder calorífico inferior, el precio y la densidad aparente. Se trata de elegir un biocombustible que aporte mayor cantidad de energía por un precio más bajo, y como ventaja tenga una alta densidad aparente para reducir el espacio de almacenamiento en superficies limitadas, como ocurre en el edificio del proyecto. Entre los diferentes combustibles que están disponibles en España, los mejores resultados muestran los pellets de madera y los huesos de aceituna (Tabla 25).

Tabla 25. Comparación de las características de los biocombustibles (IDAE, 2009).

Producto	PCI (kJ/kg)	PCI (kWh/kg)	Densidad aparente (kg/m ³)	Humedad (%)
Pellet de madera	17000-19000	4.7-5.3	650	<10
Hueso de aceituna	18000-19000	5.0-5.3	650-700	10
Cáscara de frutos secos	16000-19000	4.4-5.3	470	12

Los mejores resultados los ofrecen los pellets de madera y los huesos de aceitunas y dado que el precio no varía mucho entre ambos, se ha decidido utilizar los pellets de madera porque tienen una mayor densidad aparente. Los pellets son residuos de madera obtenidos de la industria en forma de pequeñas astillas, serrín y polvo que mediante un proceso mecánico de prensado se forman cilindros compactos que pueden ser de distintos tamaños. Los pellets de madera tienen un contenido en cenizas bajo lo que reduce las necesidades de mantenimiento, además, dicho biocombustible se comercializa a nivel internacional y se utilizan composiciones estándar en Europa. Las calderas que utilizan como combustible pellets de madera son muy eficientes energéticamente gracias a sus altos rendimientos.

El principio de funcionamiento de una caldera de biomasa es el mismo que el de la caldera de gas natural. Se produce la combustión de madera y los gases residuales pasan a través de un intercambiador de calor para calentar agua, esta a su vez se distribuirá entre los radiadores instalados en el edificio aportando calor a los recintos.

En cuanto a los silos de almacenamiento de biocombustible, la normativa RITE (BOE, 2016) establece las siguientes exigencias que abarcan nuestro proyecto:

- Las instalaciones con potencia útil nominal inferior o igual a 70 kW y con una capacidad de almacenamiento mayor a 5 toneladas deben incluir un lugar de almacenamiento dentro o fuera del edificio, destinado exclusivamente para este uso.
- Cuando el lugar de almacenamiento esté situado fuera del edificio podrá construirse en superficie o subterráneo, pudiendo utilizarse también contenedores específicos de biocombustible, debiendo prever un sistema adecuado para la extracción y transporte.
- Cuando se trate de edificios de nueva construcción la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible debe ser suficiente para cubrir el consumo de 15 días.
- Se debe prever un procedimiento de vaciado del almacenamiento de biocombustibles para el caso de que sea necesario, para la realización de trabajos de mantenimiento o reparación en situaciones de riesgo de incendio.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

- En edificios de nueva construcción el lugar de almacenamiento del biocombustible y la sala de máquinas deben encontrarse en locales distintos y con las aperturas para el transporte desde el almacenamiento a los generadores de calor dotados con elementos adecuados para evitar la propagación de incendios de una a otra.
- El lugar de almacenamiento debe estar impermeabilizado para evitar infiltraciones de humedad.
- Las paredes y puertas del almacén deben soportar la presión del biocombustible y ser resistentes al fuego.

Siguiendo la Guía técnica *Instalaciones de biomasa térmica en edificios* (IDAE, 2009), el lugar de almacenamiento se ubicará en el patio interior del edificio mediante la instalación de un contenedor metálico prefabricado debidamente protegido contra el fuego y la humedad del exterior. El sistema de alimentación de la caldera se realizará con un tornillo sinfín unido a la caldera. Entre el silo y la caldera se instalará un sistema de protección, que en caso de accidente, evitará propagación de fuego desde la caldera hacia el silo. La ventaja de instalar un contenedor exterior como silo de biocombustible consiste en que no se necesita realizar una obra y permite un transporte modular sencillo. El llenado del silo se realizará mediante un sistema neumático desde un camión cisterna.

Desde la caldera, que se ubicará en el patio interior del edificio, se trazarán dos tuberías generales (impulsión y retorno) que distribuirán agua a las viviendas de la planta baja y a las bajantes que transportarán el fluido hacia las plantas superiores. Además, las tuberías generales se conectarán entre sí mediante una válvula de tres vías que servirá como sistema de control para regular la temperatura del fluido de impulsión. De esta forma, la central de regulación controlada por las sondas de temperatura (exterior e interior) mezclará agua caliente de impulsión con agua enfriada de retorno para que el fluido de impulsión siempre tenga una temperatura de 60 °C. Esto asegurará que los emisores más cercanos a la caldera tengan una temperatura de 60 °C como máximo, según se indica en el apartado 9 de la *IT 1.2.4.1.2.1 – Requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor*. Cada radiador, en la entrada de agua, llevará incorporada una válvula termostática. Dichas válvulas disponen de un cabezal giratorio que accionando un vástago permiten pasar una cantidad de caudal necesario para ajustar la temperatura del recinto a las necesidades térmicas.

Se pretenden satisfacer las necesidades térmicas de refrigeración mediante la instalación de un sistema de adsorción en la azotea del edificio. El principio de funcionamiento del sistema de adsorción se basa en la capacidad de un lecho sólido poroso, llamado adsorbente, de adsorber y liberar el vapor de agua, llamado adsorbato. Dentro del enfriador ocurren dos fenómenos que hacen posible el intercambio de energía. El fenómeno de adsorción, cuando el lecho poroso atrae y retiene el vapor de agua y el fenómeno de desorción, cuando el adsorbente se calienta y libera el vapor del adsorbato. El sistema requiere un aporte de agua caliente por un lado y de agua refrigerada por otro, el producto final del proceso es agua fría que llegará a las unidades terminales de tipo agua-aire. A continuación, se explica detalladamente el funcionamiento de un enfriador de adsorción (Ebrahimi M., 2015).

Dado que la cámara de adsorción y el evaporador se encuentran a baja presión, es necesario crear una diferencia de presiones entre ambas cámaras para que se abra la compuerta V1 (Figura 8A) y pueda comenzar el ciclo de adsorción. La presión en el evaporador aumenta debido a que el agua del condensador se rocía sobre las tuberías de retorno del consumidor. De esta forma, el agua de retorno que circula por las tuberías cede calor al agua en el evaporador haciendo que comience a hervir y a evaporarse. El resultado de este proceso es el aumento de presión en el evaporador y el enfriamiento del agua destinada para la refrigeración de los recintos.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Con la diferencia de presión creada, se abre la compuerta V1 (Figura 8A) y el vapor de agua puede escapar hacia la cámara de adsorción. Dado que la adsorción es un proceso exotérmico, cuando el vapor de agua se satura en la cámara de adsorción, se libera calor. Dicha energía calorífica se disipa mediante un serpentín de tuberías con agua procedente de la torre de refrigeración, que pasa dentro de la placa porosa.

Mientras que en una cámara se da el proceso de adsorción, en la cámara de al lado ocurre el proceso contrario, la desorción. Dicho proceso consiste en eliminar el vapor saturado de la placa porosa y aumentar la presión de la cámara para que la compuerta V3 (Figura 8A) se abra y el vapor de agua caliente pase al condensador. Para regenerar la placa saturada se hace pasar agua caliente por el serpentín del interior del adsorbente. Cuando se abre la compuerta V3 (Figura 8A) el adsorbato entra en el condensador y cede calor al circuito de agua proveniente de la torre de refrigeración. Cuando el vapor ha condensado, pasa al evaporador a través de una válvula de expansión. En este momento termina el ciclo.

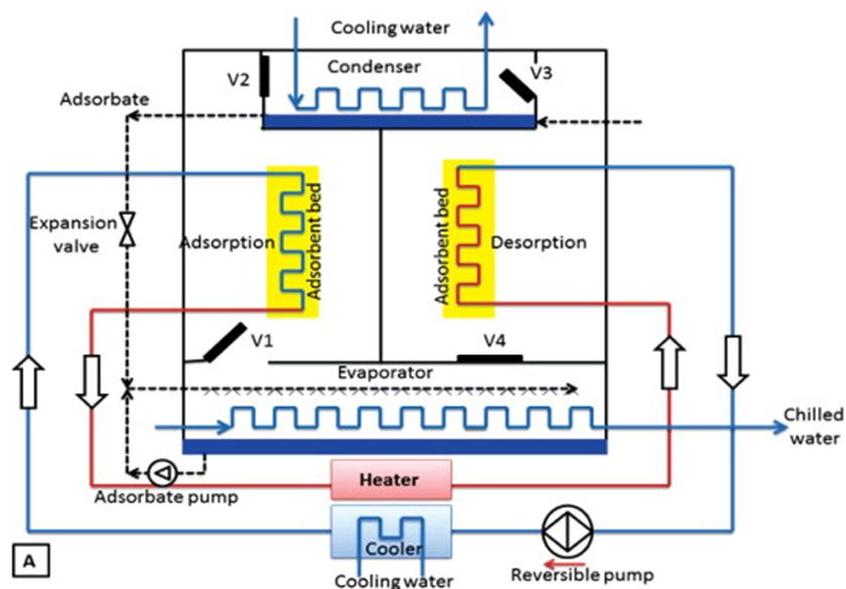


Figura 8A. Enfriador por adsorción. Cámara 1 (izquierda) – adsorción, cámara 2 (derecha) – desorción (Ebrahimi M., 2015).

Finalmente, cuando en la primera cámara el adsorbente está saturado de vapor y el adsorbente de la segunda cámara se ha secado, se cierran todas las compuertas que comunican las cámaras con el condensador y el evaporador, se abre la válvula entre ambas cámaras para igualar las presiones y el sistema invierte el sentido del flujo de agua caliente y agua fría. De esta forma en la cámara 1 se producirá la desorción del fluido y se abrirá la compuerta V2 (Figura 8B) para que el vapor condense y vuelva al evaporador y en la cámara 2 se abrirá la compuerta V4 (Figura 8B) y se iniciará el proceso de adsorción.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

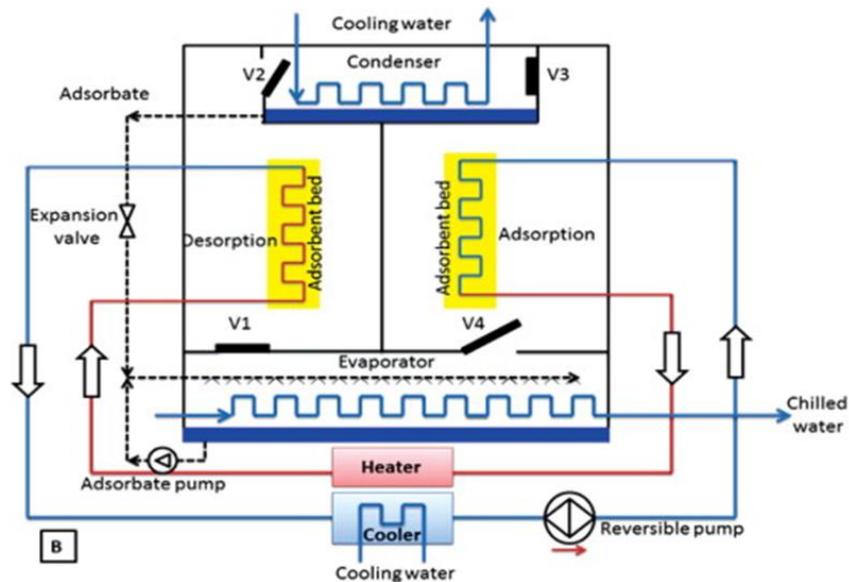


Figura 8B. Enfriador por adsorción. Cámara 1 (izquierda) – desorción, cámara 2 (derecha) – adsorción.

El suministro de agua caliente para el enfriador de adsorción se va a realizar mediante la caldera de biomasa que se pretende utilizar para la calefacción en la temporada de invierno. El suministro de agua refrigerada se realizará mediante la instalación de una torre de refrigeración en el tejado del edificio.

Las unidades terminales de refrigeración son equipos *fancoils* que se instalarán en las instancias correspondientes. Se trata de equipos agua-aire en los que mediante un ventilador se hace pasar el aire por el interior del equipo donde se encuentran los conductos de agua fría, el aire cede parte del calor al agua y se expulsa a la instancia pasando por un filtro de aire.

Al igual que en el sistema de calefacción, el trazado de tuberías bajantes se realizará de forma superficial, mientras que los conductos que discurran por las viviendas irán empotradas en las paredes y suelos. Las tuberías de refrigeración llevarán aislamiento debidamente dimensionado para asegurar que las pérdidas de frío son menores que los valores máximos permitidos. El suministro de agua fría se realizará de forma individual para cada vivienda, se colocará, además, una llave de corte que permita aislar cada vivienda y cada radiador del resto de la instalación en caso de rotura.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5. Resultados y discusión

5.1. Verificación de la limitación de demanda energética

En el caso de nuestra zona climática A3 el valor base de la demanda energética de calefacción es de $D_{cal,base}=15$ [kWh/(m²·año)] y el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción es $F_{cal,sup}=0$ (Tabla 6).

El valor límite de la demanda energética de calefacción considerada la superficie útil de los espacios habitables de $S_u=397,26$ m² (Tabla 1) se ha calculado mediante la Ec. (2):

$$D_{cal,lim} = 15 + \frac{0}{397,26} = 15 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} \quad (12)$$

A partir de las cargas térmicas y el reparto horario diario y semanal en el edificio (Tabla 5) se han calculado las cargas térmicas del edificio (Tabla 26).

Tabla 26. Suma semanal de las cargas internas y valor promedio.

Tipo de carga	Suma semanal (W/m ² ·h)	(W/m ²)
Carga sensible de ocupación	$\Sigma C_{oc}=254,0$	1,51
Carga de iluminación	$\Sigma C_{il}=277,2$	1,65
Carga de equipos	$\Sigma C_{eq}=277,2$	1,65
Cargas internas del edificio		$C_{FI}=4,81$

Realizando el cálculo, mediante la Ec. (1) y los datos de la Tabla 26, se obtiene un valor para la densidad de las fuentes internas $C_{FI}=4,81$ W/m².

La demanda energética de refrigeración del edificio no debe superar el valor límite $D_{ref,lim}=15$ kWh/m²·año para la zona climática de verano 3 (BOE, 2013a).

A continuación (Tabla 27), se muestran 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.

Tabla 27. Demandas energéticas de calefacción y refrigeración por zona habitable.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal}		$D_{cal,base}$ (kWh /((m ² ·año))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ (kWh /((m ² ·año))	D_{ref}		$D_{ref,lim}$ (kWh /((m ² ·año))	
		(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))				(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))		
Vivienda 1 (Bajo A)	54.28	927.5	17.1	15	0	15.0	503.6	9.3	15.0	
Vivienda 2 (Bajo B)	53.18	745.2	14.0	15	0	15.0	388.8	7.3	15.0	
Vivienda 3 (1-A)	43.99	448.7	10.2	15	0	15.0	462.2	10.5	15.0	
Vivienda 4 (1-B)	42.90	261.8	6.1	15	0	15.0	302.4	7.0	15.0	
Vivienda 5 (1-C)	31.21	275.8	8.8	15	0	15.0	366.1	11.7	15.0	
Vivienda 6 (2-A)	43.99	559.7	12.7	15	0	15.0	578.8	13.2	15.0	
Vivienda 7 (2-B)	42.90	405.0	9.4	15	0	15.0	388.9	9.1	15.0	
Vivienda 8 (2-C)	31.21	347.9	11.1	15	0	15.0	435.2	13.9	15.0	
Zona habitable 1	53.60	422.9	7.9	15	0	15.0	578.7	10.8	15.0	
		397.26	4394.5	11.1	15	0	15.0	4004.6	10.1	15.0

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

donde:

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);

$D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año);

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

Con estos resultados podemos demostrar que se cumplen las exigencias cuantitativas de la demanda energética con valores de la demanda de calefacción y refrigeración (Tabla 27) inferiores a los indicados con la Ec. (2) y de forma directa, respectivamente:

$$D_{cal,edificio} = 11,1 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + \frac{F_{cal,sup}}{S} = 15 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} \quad (13)$$

$$D_{ref,edificio} = 10,1 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} \leq D_{ref,lim} = 15 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} \quad (14)$$

5.1.1. Consumo de energía mensual del edificio

Además, el programa de cálculo CypeCad MEP permite obtener los resultados del balance energético anual del edificio separado por meses (Tabla 28).

Tabla 28. Resultados del balance energético anual del edificio.

	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)
Balance energético anual del edificio.														
$Q_{tr,op}$	1.2	11.2	29.9	28.4	67.8	272.2	403.2	370.1	206.1	23.0	20.1	4.8	-11766.3	-29.6
$Q_{tr,w}$	0.5	5.1	14.6	14.1	35.6	156.8	239.6	220.8	118.2	10.9	9.8	2.1	-6905.0	-17.4
	-932.0	-816.1	-873.2	-790.2	-646.6	-377.4	-280.6	-281.9	-371.9	-747.5	-737.4	-878.2		
$Q_{tr,ac}$	90.8	97.3	119.1	126.7	141.9	110.7	98.0	85.8	100.1	155.8	132.3	98.9		
	-90.8	-97.3	-119.1	-126.7	-141.9	-110.7	-98.0	-85.8	-100.1	-155.8	-132.3	-98.9		
Q_{ve}	0.6	6.7	19.5	18.7	47.6	230.8	377.1	351.3	180.4	14.4	13.0	2.7	-15028.4	-37.8
	-1379.5	-1199.8	-1277.7	-1141.0	-947.3	-1962.1	-1589.2	-1574.4	-1785.5	-1073.6	-1067.5	-1293.6		
$Q_{int,s}$	1414.9	1284.6	1423.4	1380.0	1414.9	1380.0	1423.4	1414.9	1388.5	1414.9	1371.5	1431.9	16663.4	41.9
	-6.7	-6.1	-6.8	-6.6	-6.7	-6.6	-6.8	-6.7	-6.6	-6.7	-6.5	-6.8		
Q_{sol}	1307.3	1299.1	1481.6	1433.4	1427.4	1316.8	1430.6	1537.4	1484.8	1528.1	1316.3	1249.7	16646.5	41.9
	-13.2	-13.0	-14.7	-14.1	-13.8	-12.6	-13.8	-15.0	-14.7	-15.3	-13.2	-12.6		
Q_{edif}	-71.5	-36.9	-58.4	188.2	-435.9	179.2	-134.4	0.8	126.9	111.0	119.4	11.7		
Q_H	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	--	--	--	--	--	217.3	965.0	4394.5	11.1
Q_C	--	--	--	--	--	-497.2	-1338.0	-1505.6	-663.8	--	--	--	-4004.6	-10.1
Q_{HC}	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	497.2	1338.0	1505.6	663.8	--	217.3	965.0	8399.0	21.1

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);

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

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);

En el siguiente gráfico de barras (Figura 9) se representan los datos de la Tabla 28. La energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros, la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas, la energía intercambiada por ventilación, la ganancia interna sensible neta y la ganancia solar neta, el calor cedido o almacenamiento en la masa térmica del edificio, y el aporte necesario de calefacción y refrigeración. El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo y negativos para la energía extraída.

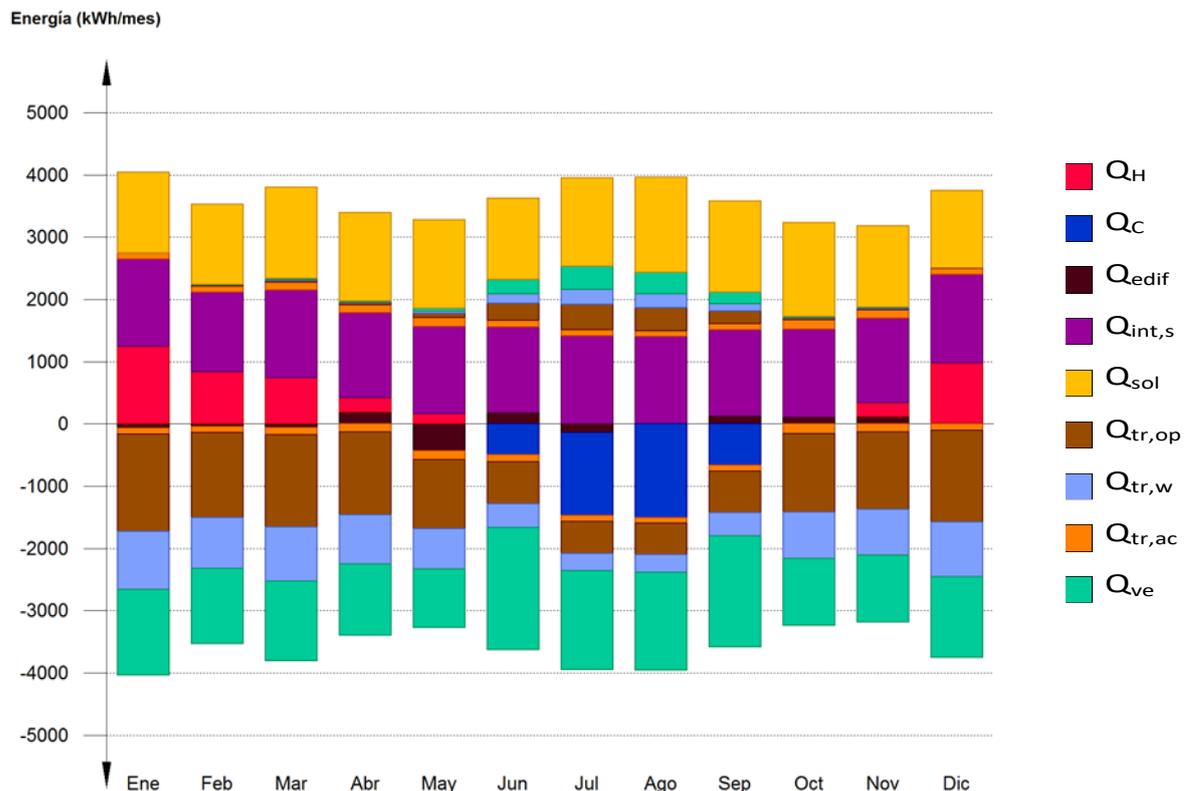


Figura 9. Resultados del balance energético anual del edificio.

En el Anexo 2 – Resultados del cálculo de demanda energética, se muestran los resultados numéricos del balance energético separado por meses para cada zona habitable.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, se han calculado las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual (Fig. 10).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

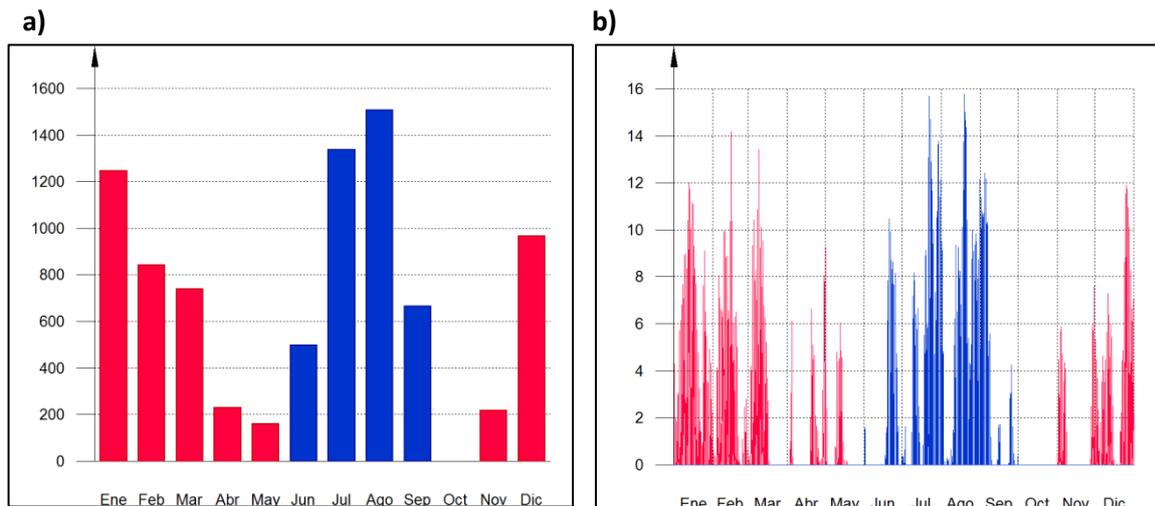


Figura 10. Demanda energética (a) y potencia útil instantánea a cubrir (b) por los sistemas de calefacción y refrigeración.

5.1.2. Resultados de la limitación de descompensaciones

Se han comparado los valores de transmitancia máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica (Tabla 7) con los resultados de los materiales y elementos constructivos que se han utilizado en este proyecto (ver Anexo 1 – Descripción de elementos constructivos y huecos del edificio). En esta comparación (Tabla 29) se tienen en cuenta los suelos que están en contacto con el terreno, es decir, los suelos de la planta baja. Observamos que los valores de transmitancia térmica de las soleras existentes en el proyecto no sobrepasan el valor máximo de transmitancia térmica de elementos en contacto con el terreno para la zona climática de invierno 3 (Tabla 29).

Tabla 29. Verificación de transmitancia térmica de los elementos en contacto con el terreno.

Parámetro	U [W/m ² ·K]
Valor máximo admisible de la transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno (Tabla 7).	1,25
Losa de cimentación. Base de árido. Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre.	0,39
Losa de cimentación. Base de árido. Solado de piedra natural con mortero de cemento como material de agarre.	0,39

Realizamos la comparación de transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire con sus respectivos valores máximos (Tabla 7). En la Tabla 30 se muestra la verificación de la transmitancia térmica de las cubiertas.

Tabla 30. Verificación de transmitancia térmica de los elementos en contacto con el aire.

Parámetro	U [W/m ² ·K]
Valor máximo admisible de la transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire (Tabla 7).	0,80
Guarnecido y enlucido de yeso a buena vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas	0,40
Falso techo continuo de placas de escayola - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas	0,37
Falso techo registrable de placas de escayola - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas	0,37

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Comparamos la transmitancia térmica de los huecos con el valor máximo establecido en la Tabla 7. Se considera el comportamiento conjunto del vidrio y marco (Tabla 31).

Tabla 31. Verificación de transmitancia térmica de los huecos.

Parámetro	U [W/m ² ·K]
Valor máximo admisible de la transmitancia térmica de huecos (Tabla 7).	5,70
Puerta cortafuegos de acero galvanizado, 80×215 cm.	2,33
Ventana doble acristalamiento 4/6/4, 105×120 cm.	4,05
Ventana doble acristalamiento, control solar y baja emisividad térmica, 6/6/4, 105×120 cm.	2,33
Ventana doble acristalamiento, control solar y baja emisividad térmica, 6/6/4, 105×120 cm.	3,50
Ventana doble acristalamiento 4/6/4, 70×120 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto.	4,18
Ventana doble acristalamiento 4/6/4, 105×150 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto.	2,33
Ventana doble acristalamiento, control solar y baja emisividad térmica, 6/6/4, 105×150 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto.	3,39
Puerta balconera doble acristalamiento de seguridad 6/6/laminar incoloro 3+3 laminar, 130×260 cm.	3,61
Puerta doble acristalamiento 4/6/4, 105×230 cm.	3,80
Puerta doble acristalamiento 4/6/4, 105×230 cm.	2,33
Puerta doble acristalamiento, control solar y baja emisividad térmica, 6/6/4, 105×230 cm.	3,16
Puerta de paso interior, de madera 72,5×203 cm.	2,20
Puerta de entrada a la vivienda, de madera 82,5×203 cm.	1,79
Puerta cortafuegos, de acero galvanizado 110×200 cm.	2,33

Obtenemos la permeabilidad de nuestras carpinterías del listado de materiales y elementos constructivos (*Anexo 1 – Descripción de elementos constructivos y huecos del edificio*). Observamos que en todas, la permeabilidad al aire es de clase 3 según norma UNE EN12207 que corresponde con valor $\leq 9 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ (Tabla 32).

Tabla 32. Conversión de clase de permeabilidad al aire a permeabilidad al aire a 100 Pa (AENOR, 2017).

Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa (46km/h($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$))	Presión máxima de ensayo Pa (km/h)
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	≤ 50	150 (56 km/h)
2	≤ 27	300 (80 km/h)
3	≤ 9	600 (113 km/h)
4	≤ 3	600 (113 km/h)

En la Tabla 33 se comprueba que la permeabilidad de las carpinterías exteriores no sobrepasa el valor máximo. También cabe destacar, que no se tienen en cuenta las puertas de paso del interior de las viviendas ni las puertas cortafuegos debido a que, a través de las puertas de paso no entra aire exterior y las puertas cortafuegos están diseñadas para no permitir permeabilidad en caso de incendio.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 33. Verificación de permeabilidad de aire de los huecos p .

Parámetro	p [$m^3/h \cdot m^2$]
Permeabilidad máxima admisible de aire de huecos (Tabla 7).	50
Ventana doble acristalamiento, 105x120 cm	≤ 9
Ventana doble acristalamiento, 70x120 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto	≤ 9
Ventana doble acristalamiento, 105x150 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto	≤ 9
Puerta balconera doble acristalamiento, 130x260 cm	≤ 9
Puerta doble acristalamiento, 105x230 cm	≤ 9

Aseguramos que las medianerías y las particiones interiores (horizontales y verticales) que delimitan las unidades de distinto uso y zonas comunes cumplen con la transmitancia térmica indicada en el CTE (Tabla 34). Las unidades de uso del edificio se constituyen por todas las viviendas y todas las zonas comunes que se agrupan en una única unidad, habiendo en total 9 unidades. En la Tabla 34 se tienen en cuenta las medianerías, los tabiques y forjados que separan las viviendas de las zonas comunes, los tabiques y forjados entre diferentes viviendas.

Tabla 34. Transmitancias térmicas de las medianerías y particiones interiores que delimitan unidades de distinto uso.

Tipo de elemento	U [$W/m^2 \cdot K$]
Valor máximo admisible de la transmitancia térmica en particiones horizontales y verticales (Tabla 8).	1,25
Medianería de dos hojas de fábrica, acabado interior con pintura plástica sobre paramento interior.	0,57
Medianería de dos hojas de fábrica, acabado interior con alicatado de baldosas cerámicas.	0,58
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, acabado con pintura en ambas caras.	0,72
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, acabado con pintura en una cara y alicatado con baldosas cerámicas en otra.	0,73
Solado de baldosa cerámica - forjado unidireccional - falso techo continuo o registrable.	0,95
Solado de baldosa cerámica - forjado unidireccional - pintura plástica sobre paramento interior.	1,20

Comprobamos que la transmitancia térmica de elementos separativos entre zonas de mismo uso tiene un valor menor que el máximo permitido (Tabla 9). En la Tabla 35 analizamos la transmitancia térmica de los tabiques interiores de las viviendas y los forjados entre las zonas comunes.

Tabla 35. Transmitancias térmicas de las medianerías y particiones interiores que delimitan unidades del mismo uso.

Tipo de elemento	U [$W/m^2 \cdot K$]
Valor máximo admisible de la transmitancia térmica en particiones horizontales (Tabla 9).	1,80
Solado de baldosa de mármol - forjado unidireccional - falso techo continuo	1,30
Valor máximo admisible de la transmitancia térmica en particiones verticales (Tabla 9).	1,40
Tabique de una hoja con trasdosado en una cara, acabado con pintura plástica en una cara y alicatado con baldosas cerámicas en otra	0,98

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 35. (Continuación).

Tabique de una hoja con trasdosado en una cara, acabado interior con alicatado con baldosas cerámicas en ambas caras	0,99
Tabique de una hoja con trasdosado en una cara, acabado interior con pintura plástica en ambas caras	0,96

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.2. Condiciones de productos de construcción y sistemas técnicos

Según el capítulo 6 de DB HE 1, los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica. Además, los productos para los cerramientos se definen mediante su conductividad térmica λ (W/m·K) y el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ . En su caso, además se podrá definir la densidad ρ (kg/m³) y el calor específico c_p (J/kg·K).

En cuanto a los productos para huecos (incluidas las puertas) se deben caracterizar mediante la transmitancia térmica U (W/m²·K) y el factor solar g_{\perp} para la parte semitransparente del hueco y por la transmitancia térmica U (W/m²·K) y la absortividad α para los marcos de huecos (puertas y ventanas) y lucernarios. La carpintería de los huecos se caracteriza, además, por la resistencia a la permeabilidad al aire en m³/h·m² o bien su clase, según lo establecido en la norma UNE EN 12207 (AENOR, 2017).

Para justificar el cumplimiento de este apartado, en el *Anexo 1 – Descripción de elementos constructivos y huecos del edificio*, se expone el listado de todos los materiales que se han utilizado para la fabricación de los cerramientos con sus propiedades higrotérmicas. Las características de los productos de los huecos y sus propiedades se pueden consultar en el *Anexo 1 – Descripción de elementos constructivos y huecos del edificio*.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.3. Comprobación de la limitación del consumo energético

Para la correcta aplicación de esta Sección del DB HE es necesario realizar las verificaciones cuantitativas de las exigencias referidas al consumo energético de energía primaria no renovable del edificio y a la calificación energética del edificio. Para ello, previamente definiremos unos datos de demanda energética y condiciones operacionales, factores de conversión de energía final a energía primaria y sistemas de referencia. Se han utilizado los procedimientos de cálculo capaces de cumplir con las características generales que se deben tener en cuenta, según el capítulo 4 de este trabajo.

5.3.1. Consumo energético de los servicios de calefacción y refrigeración

Los consumos energéticos de calefacción y refrigeración se obtienen considerando las condiciones operaciones, datos previos y procedimientos de cálculo de la demanda energética establecidos en la Sección HE 1. Utilizamos los resultados, obtenidos mediante CypeCad MEP, del cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio (Tabla 36).

Tabla 36. Demanda energética de calefacción y refrigeración por zona habitable.

Zonas habitables	S _u (m ²)	D _{cal}		D _{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda 1 (Bajo A)	54,28	927,5	17,1	503,6	9,3
Vivienda 2 (Bajo B)	53,18	745,2	14	388,8	7,3
Vivienda 3 (1-A)	43,99	448,7	10,2	462,2	10,5
Vivienda 4 (1-B)	42,9	261,8	6,1	302,4	7
Vivienda 5 (1-C)	31,21	275,8	8,8	366,1	11,7
Vivienda 6 (2-A)	43,99	559,7	12,7	578,8	13,2
Vivienda 7 (2-B)	42,9	405	9,4	388,9	9,1
Vivienda 8 (2-C)	31,21	347,9	11,1	435,2	13,9
Zona habitable 1	53,6	422,9	7,9	578,7	10,8
Total	397,26	4394,5	11,1	4004,6	10,1

5.3.2. Consumo energético del servicio de agua caliente sanitaria (ACS)

El consumo energético del servicio de agua caliente sanitaria (ACS) se debe obtener teniendo en cuenta la demanda energética resultante de la aplicación de la sección 4 del DB HE. Este proyecto no prevé el dimensionamiento del sistema de ACS y su respectiva contribución solar. Para el cálculo de consumo energético de energía primaria del edificio, se toman los valores correspondientes al porcentaje mínimo de contribución solar en función de la demanda diaria de ACS y la zona climática, conforme a CTE DB-HE 4 (BOE, 2013a).

Según el ámbito de aplicación del cálculo de contribución solar mínima de ACS, en edificios de nueva construcción se tienen en cuenta las viviendas donde el consumo diario de ACS sea superior a 50 l/día.

El capítulo 4 del DB-HE 4, en su *Tabla 4.1 – Demanda de referencia a 60 °C*, establece que la demanda de referencia de ACS para edificios de uso residencial privado se obtendrá considerando unas necesidades de 28 l/día·persona (a 60 °C) y en la *Tabla 4.2 – Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado*, establece que en las viviendas de 1 y 2 dormitorios el número de habitantes es 1,5 y 3, respectivamente. Además, en la *Tabla 4.3 – Valor del factor de centralización*,

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

para edificios multifamiliares con un número de viviendas entre 4 y 10, el factor de centralización es 0,95 (BOE, 2013a). En la Tabla 37 se resume el consumo diario de ACS por cada vivienda.

Tabla 37. Cálculo de demanda diaria de ACS del edificio.

Zona habitable	Q _{ACS} (l/día·persona)	Nº dormitorios	Nº ocupantes	Factor centralización	Q _{ACS} (l/día)
Vivienda 1 (Bajo A)	28	2	3	0,95	79,8
Vivienda 2 (Bajo B)	28	2	3	0,95	79,8
Vivienda 3 (1-A)	28	1	1,5	0,95	39,9
Vivienda 4 (1-B)	28	1	1,5	0,95	39,9
Vivienda 5 (1-C)	28	1	1,5	0,95	39,9
Vivienda 6 (2-A)	28	1	1,5	0,95	39,9
Vivienda 7 (2-B)	28	1	1,5	0,95	39,9
Vivienda 8 (2-C)	28	1	1,5	0,95	39,9
Total edificio					399

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia de 60 °C (BOE, 2013a) y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado (Tabla 38).

Tabla 38. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C) en Cádiz. Tabla B.1 del Apéndice B del DB-HE 4 (BOE, 2013a).

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura del agua de red	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12

Obtenemos la contribución solar mínima de la Tabla 39 según la zona climática de nuestro proyecto y la demanda de ACS diaria del edificio calculada en la Tabla 40.

Tabla 39. Contribución solar mínima anual para ACS en %. Tabla 2.1 del DB-HE 4 (BOE, 2013a).

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 5000	30	30	40	50	60
5000 - 10000	30	40	50	60	70
> 10000	30	50	60	70	70

En la Tabla 40 se muestran los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias y el porcentaje de demanda cubierto mediante energías no renovables. Se ha decidido aportar un 60% de energía solar para producir ACS.

Tabla 40. Resultados de cálculo de la demanda energética de ACS.

Zonas habitables	Q _{ACS} (l/día)	S _u (m ²)	D _{ACS}		% _{nr} (%)	D _{ACS,nr}	
			(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda 1 (Bajo A)	79,8	54,28	1504,8	27,7	40	601,9	11,1
Vivienda 2 (Bajo B)	79,8	53,18	1504,8	28,3	40	601,9	11,3
Vivienda 3 (1-A)	39,9	43,99	752,4	17,1	40	301	6,8
Vivienda 4 (1-B)	39,9	42,9	752,4	17,5	40	301	7
Vivienda 5 (1-C)	39,9	31,21	752,4	24,1	40	301	9,6

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 40. (Continuación).

Vivienda 6 (2-A)	39,9	43,99	752,4	17,1	40	301	6,8
Vivienda 7 (2-B)	39,9	42,9	752,4	17,5	40	301	7
Vivienda 8 (2-C)	39,9	31,21	752,4	24,1	40	301	9,6

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);

%_{nr}: Porcentaje de la demanda energética de ACS cubierta por energías no renovables, %;

D_{ACS,nr}: Demanda energética de ACS cubierta por energías no renovables, kWh/(m²·año);

En la Tabla 41 se muestra un resumen de la demanda energética de ACS, el porcentaje de aporte solar y la demanda cubierta mediante energía renovable.

Tabla 41. Resultados de cálculo de la demanda de ACS cubierta por energía solar.

Q _{ACS} (l/día)	S _u (m ²)	D _{ACS}		% _{AS} (%)	D _{ACS,ren}	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
319,2	397,26	7523,9	18,9	60	4514,3	11,4

donde:

%_{AS}: Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %;

D_{ACS,ren}: Demanda energética de ACS cubierta por energía solar, kWh/(m²·año);

5.3.3. Consumo energético de energía primaria no renovable

En el caso de nuestra zona climática A3 el valor base del consumo energético es de $C_{cp,base}=15$ [kWh/(m²·año)] y el factor corrector por superficie del consumo energético es $F_{ep,sup}=1000$ (Tabla 20).

El valor límite del consumo energético considerada la superficie útil de los espacios habitables de $S_u=397,26$ m² (Tabla 1) calculada mediante la Ec. (7) es:

$$C_{ep,lim} = 40 + \frac{1000}{397,26} = 42,52 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

Introduciendo todos los datos y parámetros especificados en el apartado anterior de este proyecto, mediante el programa CypeCad MEP obtenemos los resultados mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 4.5. En la Tabla 42 se muestran, 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. En el Anexo 3 – Resultados del cálculo de consumo de energía primaria aparecen los resultados detallados por cada vivienda.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 42. Resultados de cálculo de demanda energética y la energía útil 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 ($S_u = 397.26 \text{ m}^2$; $V = 1091.6 \text{ m}^3$)															
Demanda energética	D_C	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	--	--	--	--	--	217.3	965.0	4394.5	11.1
	D_R	--	--	--	--	--	497.2	1338.0	1505.6	663.8	--	--	--	4004.6	10.1
	D_{ACS}	551.7	498.3	540.2	511.6	505.6	467.1	471.2	459.7	456.0	494.3	511.7	551.7	6019.1	15.2
	TOTAL	1796.5	1339.2	1278.2	739.5	666.1	964.3	1809.2	1965.3	1119.8	494.3	729.0	1516.7	14418.2	36.3
Solar térmica	EA_{ACS}	275.9	249.2	270.1	255.8	252.8	233.5	235.6	229.8	228.0	247.1	255.8	275.9	3009.6	7.6
	EF	275.9	249.2	270.1	255.8	252.8	233.5	235.6	229.8	228.0	247.1	255.8	275.9	3009.6	7.6
	%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	50.0
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA_C	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	--	--	--	--	--	217.3	965.0	4394.5	11.1
	EA_{ACS}	275.9	249.2	270.1	255.8	252.8	233.5	235.6	229.8	228.0	247.1	255.8	275.9	3009.6	7.6
	EF	1652.9	1184.9	1095.7	525.8	449.3	253.9	256.1	249.8	247.8	268.6	514.3	1348.8	8047.9	20.3
	EP_{ren}	8.3	5.9	5.5	2.6	2.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	2.6	6.7	40.2	0.1
	EP_{nr}	1966.9	1410.0	1303.9	625.7	534.6	302.1	304.7	297.3	294.9	319.7	612.0	1605.0	9576.9	24.1
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA_R	--	--	--	--	--	497.2	1338.0	1505.6	663.8	--	--	--	4004.6	10.1
	EF	--	--	--	--	--	248.6	669.0	752.8	331.9	--	--	--	2002.3	5.0
	EP_{ren}	--	--	--	--	--	102.9	277.0	311.7	137.4	--	--	--	828.9	2.1
	EP_{nr}	--	--	--	--	--	485.8	1307.2	1471.0	648.5	--	--	--	3912.5	9.8
C_{ef,total}		1928.8	1434.0	1365.8	781.6	702.1	736.0	1160.7	1232.5	807.7	515.8	770.1	1624.6	13059.7	32.9
C_{ep,ren}		284.1	255.1	275.6	258.4	255.1	337.7	513.8	542.8	366.6	248.5	258.4	282.6	3878.8	9.8
C_{ep,nr}		1966.9	1410.0	1303.9	625.7	534.6	787.9	1611.9	1768.3	943.4	319.7	612.0	1605.0	13489.4	34.0

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

V : Volumen neto de la zona habitable, 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 (Tabla 21).

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).

Con estos resultados comprobamos que el edificio del proyecto cumple con la normativa del CTE *DB-HE 0 – Limitación de consumo energético*, puesto que el consumo energético del edificio, $C_{ep,nr}$ (Tabla 42) no supera el valor límite calculado en el apartado mediante la Ec. (7):

$$C_{ep,edificio} = 34,0 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} \leq C_{ep,base} + \frac{F_{ep,base}}{S} = 42,5 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Los datos de la Tabla 42 se pueden representar de forma gráfica (Fig. 11) para mostrar el balance entre el consumo energético del edificio y la energía aportada por cada tipo de fuente (renovable y no renovable).

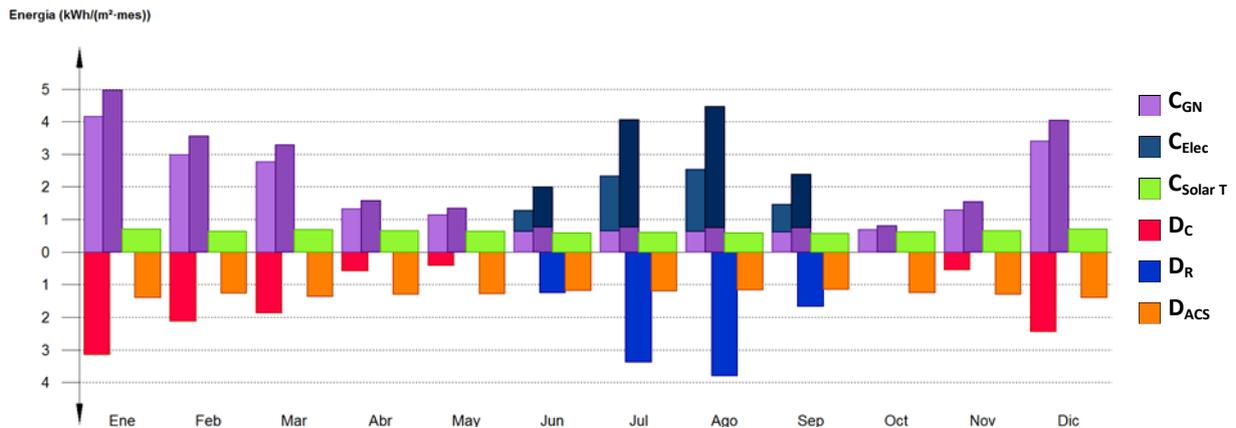


Figura 11. Demanda energética del edificio y consumo de energía renovable y no renovable.

En la Figura 11 se representan en el semieje de ordenadas positivo los distintos consumos energéticos del edificio, separando entre vectores energéticos de origen renovable y no renovable, y mostrando para éstos últimos la energía final consumida junto al montante de energía primaria necesaria para dejar dicha energía final en el punto de consumo. En el semieje de ordenadas negativo se representa la demanda energética del edificio, distinguiendo la demanda de calefacción, la demanda de refrigeración y la demanda de ACS.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.4. Diseño del sistema de ventilación

El objetivo del diseño del sistema de ventilación es garantizar la calidad del aire ambiental que contribuya a la climatización del edificio de forma pasiva.

Para el correcto diseño del sistema de ventilación haremos uso de la normativa que establece el Código Técnico de Edificación en su *Documento Básico de Salubridad, Sección 3 – Calidad del aire interior* (MF, 2019). Dicha sección incluye dentro de su ámbito de aplicación los edificios de viviendas y el interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes.

Para la verificación de la calidad del aire interior del edificio se deben cumplir las condiciones referidas a los caudales de aporte y extracción de aire de los diferentes locales del edificio, establecidos en el capítulo 2 del DB HS 3. El capítulo 3 rige las normas del diseño y las condiciones tanto generales, como particulares de los sistemas de ventilación. Para realizar un correcto dimensionado se han seguido las indicaciones del capítulo 4 de la sección de aplicación. Finalmente, se ha verificado el cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción, la construcción del sistema de ventilación y las condiciones de mantenimiento y conservación de dicho sistema. Estas condiciones se establecen en los capítulos 5, 6 y 7 del DB HS 3 (MF, 2019).

5.4.1. Condiciones generales de los sistemas de ventilación de las viviendas

El capítulo 3 del DB HS 3, establece que las viviendas deben disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica, con las siguientes características (MF, 2019):

- El aire limpio debe circular desde los locales secos (salas de estar, dormitorios y comedores) hacia los locales húmedos (aseos, cocinas y cuartos de baño). Para la circulación del aire deben existir aberturas de paso.
- El acceso del aire limpio se puede conseguir mediante las aberturas dotadas de aireadores o aberturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación.
- Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción y deben situarse a una distancia del techo menor que 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm.
- Los aireadores deben colocarse a una distancia del suelo mayor que 1,8 m.
- En los locales de uso mixto (seco y húmedo) deben instalarse las aberturas correspondientes en cada zona destinada a un uso diferente.
- Un mismo conducto de extracción puede ser compartimentado por aseos, baños, cocinas y trasteros.
- Cuando la ventilación sea híbrida las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior.
- En los locales de extracción, las aberturas de extracción deben colocarse en las zonas más contaminadas, en el caso de los aseos y cuartos de baño es la zona del inodoro y en el caso de las cocinas es la zona de cocción.

Además, se establece que en las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben existir sistemas complementarios de ventilación natural y para ello, se considera la existencia de ventanas practicables y puertas exteriores.

Finalmente, las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello, se coloca un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de la ventilación general de la vivienda. Dicho conducto puede ser utilizado solo por los sistemas complementarios de extracción mecánica de las cocinas. Al conducto de extracción pueden conectarse varios extractores de cocinas,

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

por ejemplo, entre plantas, con la condición de que exista una válvula automática en cada extractor, que mantenga abierta su conexión solo cuando esté funcionando.

5.4.2. Condiciones particulares de los sistemas de ventilación de las viviendas

A continuación, se describen las condiciones de diseño que debe tener el sistema de ventilación de este proyecto. Se omitirá toda la información referida a los garajes y trasteros, dado que quedan fuera del ámbito de análisis y diseño de este trabajo. Se ha decidido realizar toda la extracción del aire de forma mecánica y por tanto, se han omitido todas las prescripciones normativas que hacen referencia a la ventilación híbrida.

Las condiciones particulares de los sistemas de ventilación para nuestro proyecto son:

- Las holguras entre las hojas de las puertas y el suelo, dentro de las viviendas, pueden utilizarse como aberturas de paso, si no se desea instalar un aireador.
- Las aberturas de ventilación en contacto con el exterior deben situarse de tal forma que se evite la entrada de agua de lluvia o poseer elementos adecuados para el mismo fin.
- Las bocas de expulsión se colocarán en la cubierta del edificio dejando una distancia mínima de 3 m de cualquier abertura de admisión, puerta exterior, ventana o de los espacios donde pueda haber personas de forma habitual.
- Cada conducto de extracción del aire debe disponer de un aspirador mecánico situado, salvo en el caso de la ventilación específica de la cocina, después de la última abertura de extracción en el sentido del flujo del aire, pudiendo varios conductos compartir un mismo aspirador.
- La sección de cada tramo del conducto comprendido entre dos puntos consecutivos con aporte o salir de aire debe ser uniforme.
- Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y ser practicables para su registro y limpieza en la coronación.
- Si se prevé que en las paredes de los conductos puede alcanzarse la temperatura de rocío, estos deben aislarse térmicamente.
- Para los conductos colectivos de la ventilación específica adicional de las cocinas se establece que cada extractor debe conectarse mediante un ramal al conducto colectivo por debajo del ramal siguiente.
- Los aspiradores mecánicos deben instalarse en un lugar accesible para su limpieza.
- En los extractores de las cocinas deben instalarse filtros de grasas y aceites con dispositivos que indiquen cuando deben reemplazarse o limpiarse dichos filtros.
- Las ventanas y puertas exteriores que se utilicen para la ventilación natural complementaria deben estar en contacto con un espacio que tenga las mismas características que el exigido para las aberturas de admisión.

5.4.3. Resultados del diseño y del dimensionamiento del sistema de ventilación

En nuestro proyecto se ha establecido que el caudal mínimo de ventilación en los dormitorios es 5 l/s por ocupante y en las salas de estar 3 l/s por ocupante. En los locales húmedos, la ventilación mínima supone un caudal de 15 l/s en los aseos y cuartos de baño y 2 l/s por m² útil en las cocinas junto con una extracción mecánica adicional en las cocinas de 50 l/s. Estos parámetros fueron establecidos en el *Capítulo 2 – Caracterización y cuantificación de las exigencias*, del Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Aunque dicho documento actualmente no está en vigor, los caudales mínimos de ventilación son mayores que los establecidos en la Tabla 11 y por tanto, a efectos de cálculos, son válidos.

Se establece que para la ventilación en las viviendas el aire limpio debe entrar desde los locales secos (dormitorios, salones, comedores, etc.) y salir a través de las aberturas de extracción de los locales húmedos (cocinas y aseos). En función de las carpinterías existentes, el espacio reservado para los

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

conductos de ventilación y los caudales de aire necesarios, la ventilación de nuestro edificio se ha resuelto colocando diferentes aberturas en cada vivienda.

La admisión del aire hacia el interior de las viviendas se realiza a través de los aireadores verticales instalados en las carpinterías (ventanas y puertas balconeras). El paso del aire dentro de las viviendas se realiza mediante las rejillas instaladas en las carpinterías (puertas de paso interiores) y la extracción del aire en los locales húmedos se consigue mediante las aberturas de extracción (rejillas) a través de conductos. Para la extracción mecánica adicional en las cocinas se han colocado campanas extractoras encima de las zonas de cocción, cada aparato es capaz de extraer 50 l/s.

Se establece el límite de presión sonora para nuestras instalaciones en **30 dB** (inferior a los indicados en la Tabla 19), no sobrepasando tampoco la velocidad de las rejillas de los **3-4 m/s**, ni la de los conductos de los **6 m/s**, como recomienda la guía técnica para instalaciones de climatización con equipos autónomos de IDAE, en su apéndice C (IDAE, 2019b).

La suma de todos los caudales de aire expulsado al exterior por medios mecánicos es igual a 0,23 m³/s. Dado que en el edificio del proyecto no se llega a expulsar al exterior más de 0,5 m³/s de aire, no es necesario instalar un recuperador de calor.

En el *Anexo 4 – Resultados del dimensionamiento de las aberturas de ventilación*, se especifican todos los caudales de ventilación mínimos necesarios por local y vivienda, los caudales de aire equilibrados, las secciones de aberturas de cálculo y las aberturas reales que se han colocado para conseguir la ventilación correcta. En los Planos 10-14 se pueden consultar los conductos de extracción instalados y sus dimensiones, además de los aspiradores de ventilación mecánica y ventilación específica adicional en cocinas.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.5. Diseño del sistema de climatización basado en energías no renovables

Para la correcta aplicación de la exigencia *IT 1.2 – Exigencia de eficiencia energética* del RITE (BOE, 2016) en el diseño y dimensionamiento de las instalaciones térmicas se ha optado por el procedimiento simplificado de verificación. El procedimiento simplificado consiste en adoptar soluciones basadas en la limitación indirecta del consumo de energía de las instalaciones térmicas mediante el cumplimiento de los valores límite para cada sistema diseñado. Para ello deben cumplirse las siguientes exigencias:

- exigencia de la eficiencia energética en la generación de calor y frío;
- exigencia de la eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío;
- exigencia de la eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas;
- exigencia de contabilización de consumos;
- exigencia de recuperación de energía;
- exigencia de aprovechamiento de energías renovables;
- exigencia de limitación de la utilización de energía convencional.

5.5.1. Cargas térmicas de climatización

En el procedimiento de análisis se han estudiado las distintas cargas al variar la hora del día y el mes del año para hallar la carga máxima simultánea, así como las cargas parciales y la mínima, con el fin de facilitar la selección del tipo y número de generadores, según se establece en la *IT 1.2.4.1.1 – Criterios generales*, RITE (BOE, 2016).

En la Tabla 43 se muestra un resumen de las cargas de calefacción y refrigeración máximas simultáneas en cada vivienda.

Tabla 43. Cargas máximas de calefacción y refrigeración necesarias en las viviendas.

Vivienda	Carga de calefacción máxima simultánea (W)	Carga de refrigeración máxima simultánea (W)
Vivienda 1 (Bajo A)	2908,49	2873,26
Vivienda 2 (Bajo B)	2857,92	2790,38
Vivienda 3 (1-A)	2109,29	2304,58
Vivienda 4 (1-B)	1968,55	2180,17
Vivienda 5 (1-C)	1434,12	1861,44
Vivienda 6 (2-A)	2233,19	2372,03
Vivienda 7 (2-B)	2167,84	2255,48
Vivienda 8 (2-C)	1426	1866,61
Total edificio	17105,4	18503,95

La Tabla 44 recoge las demandas parciales de calefacción por meses del edificio residencial del proyecto. Las demandas parciales de refrigeración del edificio aparecen en la Tabla 45.

Tabla 44. Cargas parciales de calefacción del edificio.

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Edificio	17,11	17,11	17,11

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 45. Cargas parciales de refrigeración del edificio.

Carga máxima simultánea por mes (kW)											
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
10,83	11,78	13,41	14,54	16,20	16,52	18,21	18,50	17,74	15,78	12,89	11,12

En el Anexo 5 – Listado completo de cargas térmicas se pueden consultar de forma detallada los resultados de las cargas térmicas de calefacción y refrigeración para cada recinto del edificio. A continuación, se presenta un ejemplo gráfico de la demanda de calefacción que tiene cada recinto del edificio en la planta baja (Figura 12).

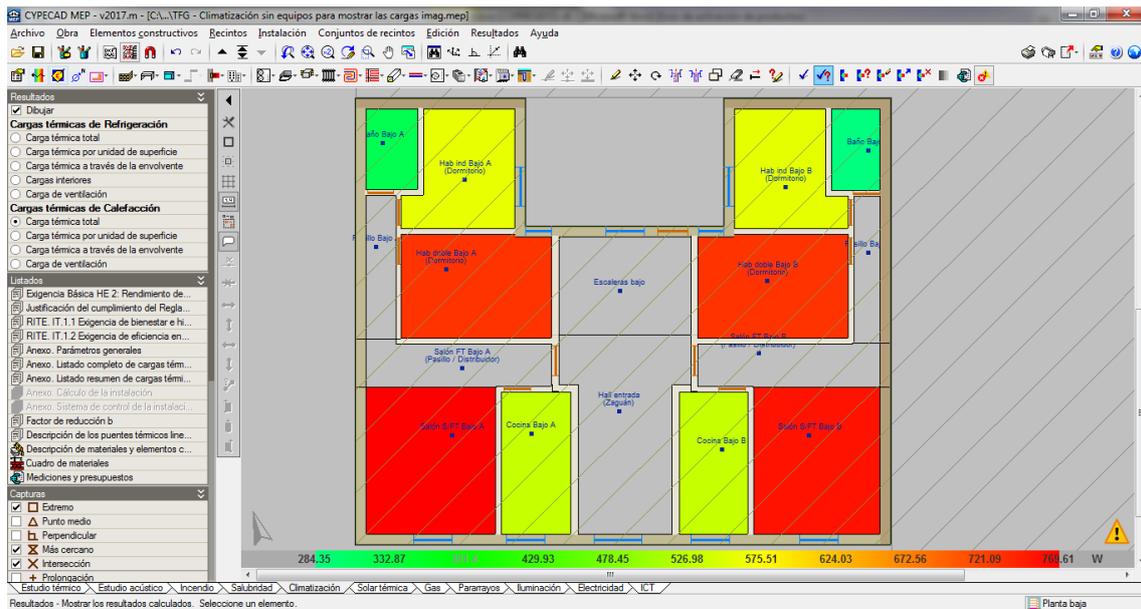


Figura 12. Representación gráfica de las cargas de calefacción de cada recinto, planta baja.

5.5.2. Sistema de generación de calor

Según lo dispuesto en el Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, los emisores deberán estar calculados para una temperatura media de emisor de 60 °C como máximo, como determina el apartado 9 de la IT 1.2.4.1.2.1 – Requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor. De esta forma, el agua de impulsión a la salida del calentador estará a 60 °C y la temperatura del agua de retorno se ha establecido en 40 °C.

A continuación, se resumen los equipos del sistema de calefacción junto con sus características y condiciones de trabajo.

Caldera de condensación: caldera mural de gas natural solo para calefacción Wolf CGB-2-20 (Fig. 13), con un rango de modulación de 4,4 kW a 20,4 kW, de dimensiones 790×440×378 mm. Parámetros técnicos del fabricante según reglamento (UE) Nº 813/2013:

Tabla 46. Características de la caldera de condensación Wolf CGB-2-20⁽¹⁾.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Potencia calorífica nominal a 60/40 °C	P	kW	20,4
Potencia calorífica útil a 30% de potencia calorífica nominal ⁽¹⁾	P ₁	kW	5,7
Consumo de electricidad auxiliar a plena carga	e _{lmax}	kW	0,028

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 46. (Continuación).

Consumo de electricidad auxiliar a carga parcial	$e_{l_{min}}$	kW	0,012
Eficiencia energética estacional de calefacción	η	%	93
Eficiencia útil a 30% de potencia calorífica nominal ⁽²⁾	η_1	%	97,7
Emisiones de óxidos de nitrógeno	NO _x	mg/kWh	18

⁽¹⁾ Según la IT 1.2.4.1.2.1 – *Requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor*, en el proyecto se deben indicar las prestaciones energéticas de los generadores de calor y además, para las calderas con potencia útil nominal hasta 400 kW, deben indicarse los rendimientos a potencia útil nominal expresada en kW, y con una carga parcial del 30% y la temperatura media del agua de la caldera de acuerdo con lo que establece el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero.

⁽²⁾ Para la temperatura del agua de retorno en la entrada del calefactor de 30 °C.



Figura 13. Imagen y dimensiones de la caldera de gas Wolf CGB-2-20 (WOLF, 2019).

Radiadores: de aluminio inyectado, Ferroli Europa 900 C (Fig. 14), formados por elementos de 880 mm de altura, con frontal plano, con una emisión calorífica de 164,2 W cada uno, según UNE-EN 442-1, para una diferencia de temperatura de 50 °C entre el radiador y el ambiente, y caudal de agua de 0,52 L por elemento.

Tabla 47. Características de los radiadores Ferroli Europa 900 C.

Dimensiones	Valores	Emisión térmica	Valores	Datos técnicos	Valores
Alto (mm)	880	$\Delta T= 50 \text{ }^\circ\text{C}$ (W)	164,2	Exponente n	1,30217
Ancho (mm)	80	$\Delta T= 40 \text{ }^\circ\text{C}$ (W)	122,8	Coeficiente K _m	1,0071
Profundo (mm)	100	$\Delta T= 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (W)	84,44	P _{max} de trabajo (bar)	10

Dado que la diferencia de temperatura entre el radiador y el ambiente se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta T = \frac{T_e - T_s}{2} - T_a \quad (15)$$

Siendo T_e, la temperatura del agua de entrada al radiador, T_s la temperatura del agua de salida del radiador y T_a la temperatura del ambiente. En el caso del edificio del proyecto, esas temperaturas son: 60, 40 y 21 °C, respectivamente. Sustituyendo los valores obtenemos que la diferencia de temperatura entre el radiador y el ambiente sea de 29 °C.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización



Figura 14. Imagen y dimensiones de los radiadores de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C (FERROLI, 2018).

La ecuación característica de los radiadores se expresa de la siguiente forma:

$$P = K_m \cdot \Delta T^n \quad (16)$$

Dicha ecuación permite conocer la potencia térmica de un elemento del radiador. El coeficiente y el exponente de la ecuación se obtienen de la Tabla 41 y sustituyendo el valor de la diferencia térmica que se ha calculado previamente, se obtiene que la potencia que proporciona un elemento del radiador elegido es de 80,8 W.

Toalleros: radiadores tubulares de aluminio Cool 1160 (Fig. 15), acabado en blanco, para cuartos de baño, gama básica. En la Tabla 48 se muestran los radiadores toalleros que se han instalado en el proyecto, junto con las características que proporciona el fabricante y la potencia calorífica que suministra cada uno calculada de la misma forma que en el caso de los radiadores.

Tabla 48. Características de los radiadores toalleros Cool.

Modelo	Dimensiones (mm)	Contenido de agua (L)	P($\Delta T=50$ °C) (W)	Exponente n (ad)	Coficiente K_m (ad)	P($\Delta T=29$ °C) (W)
1160/500	1152x528x26	4,1	544	1,2487	4,1156	275,76
1160/550	1152x578x26	4,5	587	1,2495	4,4259	297,35
1160/600	1152x628x26	4,9	630	1,2502	4,7339	318,79



Figura 15. Imagen y dimensiones de los radiadores tubulares de aluminio Cool 1160 (FONDITAL, 2021).

Bomba de recirculación: electrobomba centrífuga Baxi Quantum ECO 32, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW e IEE \leq 0,23, cumpliendo con la Directiva EeP 2015.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 49. Características de la bomba de recirculación Baxi Quantum Eco 32.

Parámetros	Valores
Q max (m ³ /h)	7
H max (m.c.a)	7
Rango T ^a trabajo (°C)	-10 a 110
P max de trabajo (bar)	10
Tensión (V)	230
Velocidad (rpm)	1000-3700
Intensidad nominal (A)	0,08-1
Potencia absorbida (W)	5-120



Figura 16. Imagen de la bomba de recirculación centrífuga Baxi Quantum ECO 32, (BAXI, 2021).

Tuberías de distribución: de agua fría y caliente de climatización formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA “JIMTEN”, PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel nanoporoso, con conductividad térmica igual a 0,016 W/(m·K) a 10 °C. A las tuberías exteriores se les aplica una protección con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco, como se indica en la IT 1.2.4.2.1 – *Aislamiento térmico de redes de tuberías*.

El espesor mínimo del aislante se ha calculado mediante la ecuación Ec. (5). Los diámetros de referencia se han obtenidos de las Tablas 14 y 15. En la Tabla 50 se resumen los cálculos de los espesores mínimos del aislamiento de tuberías interiores y exteriores.

Tabla 50. Cálculo del espesor mínimo de aislamiento en tuberías de agua.

Tubería	D (mm)	λ (W/m·K)	λ_{ref} (W/m·K)	d_{ref} (mm)	d (mm)
Exterior	25	0,016	0,04	35	8,8
Interior	25	0,016	0,04	25	6,9
Interior	20	0,016	0,04	25	6,5
Interior	16	0,016	0,04	25	6,1

El espesor del aislamiento en las tuberías que discurren por el interior del edificio es de 40 mm y en las tuberías exteriores el aislamiento tiene un espesor de 60 mm.

En la Tabla 51 se describen las tuberías en el ambiente exterior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor. La Tabla 52 resume las tuberías en el ambiente interior. Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

tuberías exteriores se ha añadido un 25% al cálculo de las pérdidas de calor y para el sistema de tuberías interiores se ha añadido un 15% al cálculo de las pérdidas de calor.

Tabla 51. Listado de tuberías exteriores en el sistema de calefacción basado en energía no renovable.

Tubería	D (mm)	$\lambda_{\text{aisl.}}(\text{W/m}\cdot\text{K})$	$e_{\text{aisl.}}(\text{mm})$	$L_{\text{imp.}}(\text{m})$	$L_{\text{ret.}}(\text{m})$	$\Phi_{\text{m.cal.}}(\text{W/m})$	$q_{\text{cal.}}(\text{W})$
Superficial	25	0,016	60	3,61	4,06	3,24	24,8
Empotrada	25	0,016	40	0,66	0,67	4,03	5,4
Superficial	25	0,016	40	3,06	2,42	4,14	22,6
Total							52,8

Tabla 52. Listado de tuberías interiores en el sistema de calefacción basada en energía no renovable.

Tubería	D (mm)	$\lambda_{\text{aisl.}}(\text{W/m}\cdot\text{K})$	$e_{\text{aisl.}}(\text{mm})$	$L_{\text{imp.}}(\text{m})$	$L_{\text{ret.}}(\text{m})$	$\Phi_{\text{m.cal.}}(\text{W/m})$	$q_{\text{cal.}}(\text{W})$
Superficial	25	0,016	60	0,21	0,21	2,43	1
Superficial	25	0,016	40	3,30	3,45	2,93	19,8
Superficial	20	0,016	40	3,40	3,40	2,63	17,9
Superficial	16	0,016	40	0	6,25	1,63	10,2
Empotrada	20	0,016	40	1,13	0	3,2	3,6
Empotrada	16	0,016	40	236,17	225,07	1,84	848
Total							900,5

donde:

D: Diámetro nominal.

$\lambda_{\text{aisl.}}$: Conductividad del aislamiento.

$e_{\text{aisl.}}$: Espesor del aislamiento.

$L_{\text{imp.}}$: Longitud de impulsión.

$L_{\text{ret.}}$: Longitud de retorno.

$\Phi_{\text{m.cal.}}$: Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud.

$Q_{\text{cal.}}$: Pérdidas de calor para calefacción.

De la última tabla se puede deducir que las mayores pérdidas térmicas se producen en las tuberías horizontales empotradas en el suelo y que discurren por el interior de las viviendas. Una de las razones de este fenómeno es la longitud total de dichas tuberías, al haber mayor recorrido existen mayores pérdidas caloríficas.

La distribución de los emisores de calor y el trazado de tuberías se puede ver en los Planos 15-18.

5.5.3. Sistemas de generación de frío

La IT 1.2.4.1.2.2 – *Escalonamiento de potencia en centrales de generación de frío*, establece que las centrales de generación de frío deben diseñarse con un número de generadores tal que se cubra la variación de la carga del sistema con una eficiencia próxima a la máxima que ofrecen los generadores elegidos.

Los requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir los generadores de frío se definen en la IT 1.2.4.1.3.1. Dicha instrucción técnica especifica que se deben indicar los coeficientes de eficiencia EER y COP individuales de cada equipo al variar la potencia desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización, en las condiciones previstas de diseño, así como el de la central con la estrategia de funcionamiento elegida. En aquellos casos en que los equipos dispongan de etiquetado energético se indicará la clase de eficiencia energética del mismo.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Siguiendo las indicaciones descritas, a continuación, se resumen los equipos instalados en el proyecto junto con las características técnicas que proporciona el fabricante. Todos los equipos de refrigeración son del mismo fabricante, Mitsubishi Heavy Industries (Fig. 17).

Tabla 53. Resumen de los equipos de refrigeración instalados en el edificio. Refrigeración no renovable.

Viviendas	Unidad exterior	Unidad interior	nº unidades interiores
Bajo A, Bajo B	MXZ-4F72VF	MSZ-BT20VGK	4
1-A, 1-B, 2-A, 2-B	MXZ-3F54VF	MSZ-BT20VGK	3
1-C, 2-C	MUZ-AP20VG	MSZ-AP20VG	1

a)



b)



Figura 17. Imagen de las unidades de aire acondicionado interiores MSZ-BT (a) y exteriores MXZ (b) instaladas (MITSUBISHI, 2018-19).

A continuación se describen las características de los condensadores instalados:

MXZ-4F72VF: unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 4x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-4F72VF "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 7,2 kW (3,7-8,8 kW) (temperatura de bulbo seco 35°C, temperatura de bulbo húmedo 24°C), potencia calorífica nominal 8,6 kW (3,4-10,7 kW) (temperatura de bulbo húmedo 6°C), con compresor con tecnología Inverter, de 710x840x330 mm, nivel sonoro 48 dBA y caudal de aire 2124 m³/h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface. SEER=8,13 (clase A++), SCOP=4,07 (clase A+), EER=3,9, COP=4,6. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x4/12,7x1+9,52x3 mm.

MXZ-3F54VF: unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 3x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-3F54VF "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 5,4 kW (2,9-6,8 kW) (temperatura de bulbo seco 35°C, temperatura de bulbo húmedo 24°C), potencia calorífica nominal 7 kW (2,6-9 kW) (temperatura de bulbo húmedo 6°C), con compresor con tecnología Inverter, de 710x840x330 mm, nivel sonoro 46 dBA y caudal de aire 1860 m³/h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface. SEER=8,52 (clase A+++), SCOP=4,61 (clase A++), EER=4,3, COP=5. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x3/9,52x3 mm.

MUZ-AP20VG: unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, para gas R32, bomba de calor con tecnología DC PAM Hyper Inverter, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MUZ-AP20VG "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Kw (0,9-3 kW) (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 24°C), potencia calorífica nominal 2,5 kW (1-3,5 kW) (temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), SEER = 8,6 (clase A+++), SCOP = 4,1 (clase A+), EER = 4,17, COP = 3,5. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x1/9,52x1 mm.

Los evaporadores instalados y sus características son:

MSZ-BT20VGK: unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-BT20VGK "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,5-2,9 kW) (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 2,5 kW (0,7-3,2 kW) (temperatura de bulbo seco 20°C), de 280x838x235 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 19 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 654 m³/h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface.

MSZ-AP20VG: unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire split 1x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230/50Hz), modelo MSZ-AP20VG "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,9-3 kW) (temperatura de bulbo seco 27°C, temperatura de bulbo húmedo 19°C), potencia calorífica nominal 2,5 kW (1-3,5kW) (temperatura de bulbo seco 20°C), de 250x760x178 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 21 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 414 m³/h, con filtro alergénico, filtro desodorizante fotocatalítico y control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface.

En los Planos 15-18 se puede ver la distribución de los aparatos de refrigeración.

En la Figura 18 se muestra un ejemplo de las instalaciones de climatización de la planta baja.

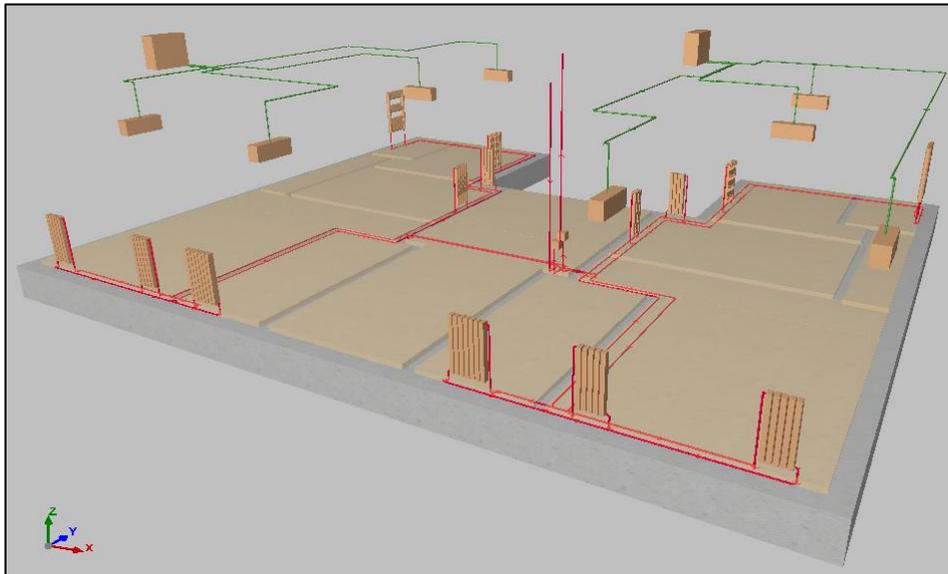


Figura 18. Equipos de climatización, planta baja. Modelo 3D CypeCAD MEP.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.5.4. Eficiencia de los sistemas de climatización no renovables

La IT 1.2.4.2 – *Redes de tuberías y conductos* indica que en toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, generalmente en las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta. En la Tabla 54 se resume la potencia instalada y las pérdidas que se producen en las tuberías, demostrando que el sistema cumple con el valor máximo de pérdidas y es capaz de satisfacer las necesidades de calefacción del edificio.

Tabla 54. Resultados de la potencia de calefacción instalada y de las pérdidas de calor en el circuito. Calefacción no renovable.

Conjunto de recinto	P _{inst} (kW)	q _{tub} (kW)	%q _{tub}	%q _{equipos}	Q _{cal} (kW)	Total (kW)
Edificio residencial	20,4	0,774	3,79	2	17,11	18,28

donde:

P_{inst}: Potencia instalada.

q_{tub}: Pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada.

%q_{tub}: Porcentaje equivalente de q_{tub}.

q_{equipos}: Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada.

Q_{cal}: Carga máxima simultánea de calefacción.

Dado que la caldera tiene un rendimiento del 93%, trabajando a potencia máxima de 20,4 kW es capaz de suministrar 18,97 kW. La potencia útil de la caldera es seguidamente superior a la demanda de calefacción máxima simultánea junto con las pérdidas de calor en las tuberías y la potencia absorbida por los equipos de transporte del fluido.

A continuación, se presenta una tabla comparativa entre la demanda de climatización del edificio y la potencia de los equipos instalados con el objetivo de cubrir dicha demanda. Es importante tener en cuenta que los equipos de refrigeración tienen un rango de potencia variable y que se ajustan a las necesidades térmicas del recinto en el que se encuentran instalados.

Tabla 55. Comparación entre las cargas térmicas del edificio y la potencia de los equipos instalados. Climatización no renovable.

Vivienda	Carga de calefacción máxima simultánea (kW)	Potencia calorífica de los radiadores instalados (kW)	Carga de refrigeración máxima simultánea (kW)	Potencia frigorífica de los condensadores instalados (kW)
Vivienda 1 (Bajo A)	2,91	2,99	2,87	7,2
Vivienda 2 (Bajo B)	2,86	2,88	2,79	7,2
Vivienda 3 (1-A)	2,11	2,26	2,30	5,4
Vivienda 4 (1-B)	1,97	2,05	2,18	5,4
Vivienda 5 (1-C)	1,43	1,49	1,86	2
Vivienda 6 (2-A)	2,23	2,34	2,37	5,4
Vivienda 7 (2-B)	2,17	2,24	2,26	5,4
Vivienda 8 (2-C)	1,43	1,51	1,87	2
Total edificio	17,11	17,76	18,50	40

Dado que los equipos de climatización por compresión son capaces de trabajar tanto para producir frío como para producir calor, es posible realizar una comparación de la calefacción del edificio

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

mediante energía eléctrica y mediante energía tradicional basada en la combustión del gas natural. Dicha comparación consiste en realizar la calificación energética del edificio en los siguientes tres casos:

1. El sistema de calefacción se compone únicamente por la caldera de condensación.
2. El sistema de calefacción instalado se forma por la caldera de condensación y los equipos de expansión directa con bomba de calor.
3. El sistema de calefacción se compone únicamente por los equipos de compresión.

En la Tabla 56 se resumen los cálculos de los Índices de Eficiencia Energética del edificio en los tres casos descritos. El sistema de refrigeración y la demanda de ACS se mantienen constantes.

Tabla 56. Calificación energética del edificio en función de los diferentes sistemas de calefacción.

	IEE demanda (a)	IEE sistemas (b)	IEE (c)=(a) × (b)	Coefficientes de reparto (d)	(e)=(c) × (d)
Sistema de calefacción compuesto únicamente por la caldera de condensación					
Calefacción	IEE _{DCAL} =0,75	IEE _{SCSL} =1,07	IEE _{CAL} =0,80	0,40	0,32
Refrigeración	IEE _{DREF} =1,21	IEE _{SREF} =0,17	IEE _{REF} =0,20	0,35	0,07
ACS ^a	IEE _{DACS} =0,8 *	IEE _{SACS} =0,44	IEE _{ACS} =0,35	0,25	0,09
IEE_G ∑(f)					0,48
Calefacción está compuesto por la caldera de condensación y el sistema de compresión					
Calefacción	IEE _{DCAL} =0,75	IEE _{SCSL} =0,87	IEE _{CAL} =0,65	0,40	0,26
Refrigeración	IEE _{DREF} =1,21	IEE _{SREF} =0,17	IEE _{REF} =0,20	0,35	0,07
ACS ^a	IEE _{DACS} =0,8 *	IEE _{SACS} =0,44	IEE _{ACS} =0,35	0,25	0,09
IEE_G ∑(f)					0,42
Sistema de calefacción está compuesto únicamente por el sistema de compresión					
Calefacción	IEE _{DCAL} =0,75	IEE _{SCSL} =0,67	IEE _{CAL} =0,50	0,40	0,20
Refrigeración	IEE _{DREF} =1,21	IEE _{SREF} =0,17	IEE _{REF} =0,20	0,35	0,07
ACS ^a	IEE _{DACS} =0,8 *	IEE _{SACS} =0,44	IEE _{ACS} =0,35	0,25	0,09
IEE_G ∑(f)					0,36

* (100 – contribución solar)/50). ^a Sistema de ACS compuesto por caldera de gas natural. Refrigeración mediante sistema de compresión (no renovable).

De la Tabla 57 obtenemos que, en todos los casos propuestos, el edificio tiene una calificación energética de clase B.

Tabla 57. Calificación energética del edificio en función de IEE global.

Calificación	Valor del índice
A	IEE < 0,29
B	0,29 ≤ IEE < 0,55
C	0,55 ≤ IEE < 0,93
D	0,93 ≤ IEE < 1,49
E	1,49 ≤ IEE

También podemos observar que los valores de **IEE_G** cambian de una tabla a otra, resultando una mejor calificación cuando el sistema de calefacción trabaja solo con los equipos de aire acondicionado. Esto se debe a que los equipos de expansión directa tienen unos coeficientes de eficiencia energética más elevados que la caldera de gas natural. En la Tabla 56 aparece un valor de calificación energética intermedio ya que se combinan los equipos de calefacción con diferentes eficiencias energéticas.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.6. Diseño del sistema de climatización basado en energías renovables

Para diseñar los sistemas de climatización basados en energías renovables se ha decidido reutilizar los datos iniciales y reemplazar los equipos descritos anteriormente por unos que trabajen con energías limpias. Dado que la estructura del edificio no se ha modificado, las cargas térmicas de climatización se mantienen iguales. Los equipos diseñados deben tener una potencia nominal superior a las cargas máximas simultáneas del edificio. La carga de calefacción máxima simultánea es igual a 17,1 kW y la carga de refrigeración máxima simultánea es igual a 18,5 kW. Las cargas parciales del edificio se pueden consultar en las Tablas 43 y 44. En el *Anexo 5 – Listado completo de cargas térmicas* se describen de forma detallada las cargas térmicas de climatización para cada recinto del edificio.

5.6.1. Sistema de generación de calor mediante energía renovable

El conjunto del sistema de calefacción consiste en una caldera de biomasa conectada con un contenedor metálico, que funciona como silo de biocombustible, mediante un tornillo sinfín que alimenta a la caldera de pellets de madera, un conjunto de tuberías de distribución de agua debidamente aisladas, un sistema de control de temperatura del fluido de impulsión y los emisores de energía calorífica en forma de radiadores y toalleros.

A continuación, se describen las características de todos los elementos que componen el sistema de calefacción basado en la utilización de energía renovable.

Caldera de biomasa: para la combustión de pellets, Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60, modelo 20 (Fig. 19a), con potencia térmica modulante 6-20 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1580×736×1000 mm, aislamiento interior. Dispone de una cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza. Consumo de pellet modulante en función de la temperatura seleccionada y alcanzada. En la Tabla 58 se resumen algunas características técnicas de la caldera proporcionadas por el fabricante. El agua de impulsión estará a una temperatura de 60 °C y el retorno se establece en 40 °C.

Tabla 58. Características de la caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 20 (TERMOSUN, 2018).

Parámetro	Valor	Unidad
Rango de potencia	6-20	kW
Rango de temperatura	25-95	°C
Rendimiento a potencia nominal	>96	%
Rendimiento a potencia nominal durante condensación	>106	%
Rendimiento a potencia parcial	>96	%
Rendimiento a potencia parcial durante condensación	>103	%
Emisiones (13% O ₂)	<10	mg/m ³
Presión de trabajo	3	bar
Contenido de agua	77	l

Silo de almacenamiento: silo de pellets Herz modelo 19 (Fig. 19b), metálico, con dimensiones 1,7x1,7 m, con altura regulable de 1,8 a 2,5 m con capacidad máxima de 3,2 t. Extracción de biocombustible mediante un transportador helicoidal sinfín flexible para depósito prefabricado metálico. La distancia entre el punto de extracción del silo y el punto de alimentación de la calera de 1 m.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

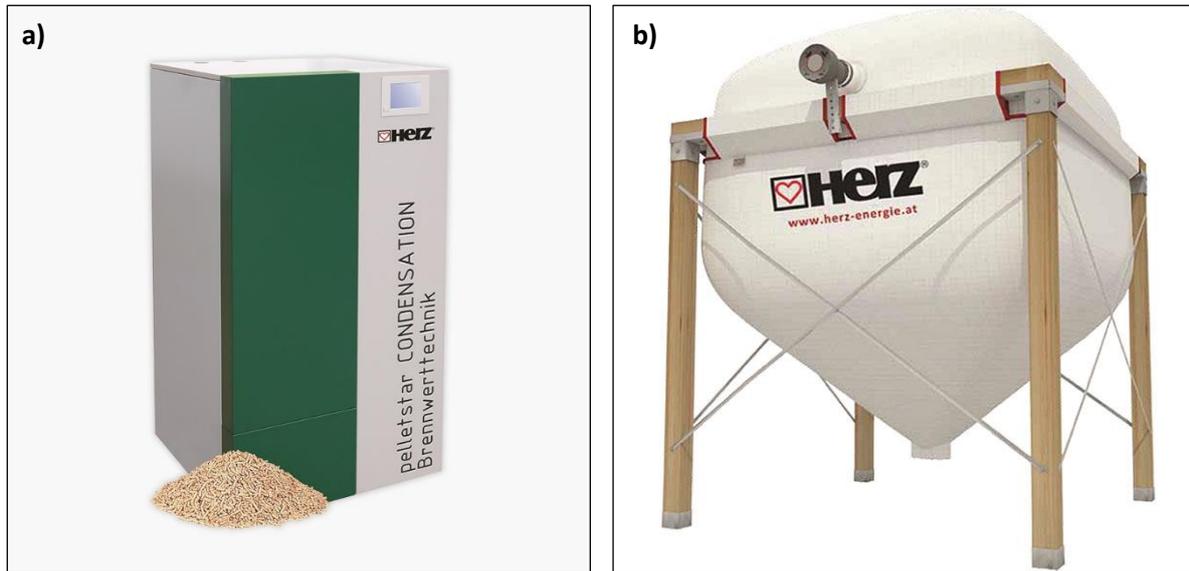


Figura 19. Imagen de la caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60 (a) y del silo de almacenamiento de pellets (b) Herz modelo 19 (TERMOSUN, 2018).

Se ha calculado la cantidad de biocombustible que se debe aportar para cubrir la demanda de energía calorífica durante toda la temporada de calefacción. De la Tabla 42 obtenemos que la demanda de energética anual de calefacción es igual a 4394,5 kWh/año. Sabiendo que la caldera tiene un rendimiento del 96%, la energía que deberá producir el combustible se calcula de la siguiente forma:

$$P_{combustible} = \frac{P_{calor}}{\eta} \quad (17)$$

La energía que tiene que suministrar el combustible es igual a 4577,6 kWh.

Para calcular la masa de combustible dividiremos la energía del combustible entre su poder calorífico:

$$m_{combustible} = \frac{P_{combustible}}{PCI} \quad (18)$$

Cogiendo un poder calorífico para los pellets de 5,0 kWh/kg (Tabla 25) se obtiene una masa de 915,5 kg.

El volumen de pellets necesario se obtiene a partir de la densidad aparente del material:

$$V_{combustible} = \frac{m_{combustible}}{\rho_{combustible}} \quad (19)$$

Teniendo en cuenta que la densidad de los pellets es de 650 kg/ m³ se obtiene un volumen necesario de 1,4 m³ de pellets.

Podemos concluir que el silo seleccionado es capaz de almacenar el combustible necesario para toda la temporada de calefacción y de esta forma el silo deberá ser recargado una vez al inicio de la temporada.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Emisores de energía calorífica: los radiadores de pared y los radiadores toalleros son los mismos que se dimensionaron para el sistema de climatización basado en energías no renovables. Se ha decidido conservar los mismos emisores ya que la diferencia de temperatura entre el radiador y el ambiente se mantiene constante. De esta forma los radiadores de pared tienen una potencia de 80,8 W por elemento y cada radiador se ajusta en número de elementos a la carga de calefacción del recinto. Los radiadores toalleros varían en dimensiones y potencia en función de cada recinto para satisfacer las necesidades térmicas, sus características se recogen en las Tablas 47 y 48.

Bomba de impulsión: se pretende instalar la misma bomba de agua que en el caso de climatización basada en energías no renovables. Dado que la caldera de biomasa está situada en la planta baja, la bomba de agua se encargará de impulsar el fluido hasta la planta más alta del edificio, Tabla 49.

Tuberías de distribución: las tuberías de impulsión y retorno de agua de calefacción tienen las mismas características que las que se diseñaron para el sistema de climatización no renovable. Están formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado con una conductividad térmica igual a 0,16 W/(m·K) con aislamiento de aerogel nanoporoso con conductividad térmica igual a 0,016 W/(m·K) a 10 °C. Los espesores mínimos de aislamiento de tuberías se recogen en la Tabla 50. En las Tablas 59 y 60 se resumen las tuberías instaladas en ambientes exterior e interior, respectivamente.

Tabla 59. Listado de tuberías exteriores en sistema de calefacción basado en energía renovable.

Tubería	D (mm)	$\lambda_{\text{aisl.}}(\text{W/m}\cdot\text{K})$	$e_{\text{aisl.}}(\text{mm})$	L _{imp.} (m)	L _{ret.} (m)	$\Phi_{\text{m.cal.}}(\text{W/m})$	q _{cal.} (W)
Superficial	25	0,016	70	4,69	4,55	3,07	28,4
Total							28,4

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 25% al cálculo de las pérdidas de calor.

Tabla 60. Listado de tuberías interiores en sistema de calefacción basado en energía renovable.

Tubería	D (mm)	$\lambda_{\text{aisl.}}(\text{W/m}\cdot\text{K})$	$e_{\text{aisl.}}(\text{mm})$	L _{imp.} (m)	L _{ret.} (m)	$\Phi_{\text{m.cal.}}(\text{W/m})$	q _{cal.} (W)
Superficial	25	0,016	60	3,4	4,02	1,87	13,8
Superficial	20	0,016	60	3,3	3,45	2,19	14,8
Superficial	16	0,016	60	0	5,63	1,42	8
Empotrada	25	0,016	60	7,4	7,65	2,33	35
Empotrada	20	0,016	60	0,84	0	2,78	2,3
Empotrada	16	0,016	60	236,17	224,5	1,55	715,7
Total							789,6

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15% al cálculo de las pérdidas de calor.

5.6.2. Sistema de generación de frío basado en energía renovable

La refrigeración en este caso se utilizará un sistema de adsorción abastecido de agua caliente por una caldera de biomasa y de agua fría mediante torres de refrigeración. La carga de refrigeración que debe cubrir el equipo de enfriamiento por adsorción es igual a 18,5 kW (Tabla 43). Para satisfacer correctamente la necesidad térmica del edificio residencial, el equipo de enfriamiento debe tener una potencia nominal superior a la potencia de demanda de refrigeración. Dado que el sistema de refrigeración comprende una combinación de diferentes equipos, a continuación, se describen las características técnicas de los componentes a instalar.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Enfriador de adsorción: enfriador por adsorción con gel de silicio-agua Fahrenheit eCoo 20 (Fig. 20) con tecnología de control variable, interconectable con otros sistemas, uso de energía limpia con agua como refrigerante.

Tabla 61. Características equipo de enfriamiento por adsorción eCoo 20 (FAHRENHEIT, 2019).

Parámetro	Valor	Unidad
Potencia frigorífica	33,4	kW
COP	0,65	
Temperatura agua caliente	50-95	°C
Temperatura agua refrigerada	22-40	°C
Temperatura agua fría	8-21	°C
Presión máxima de trabajo	4	bar
Dimensiones	875×1465×2003	mm
Caudal de agua caliente	5,0	m ³ /h
Conexión agua caliente	DN40	mm
Caudal agua refrigerada	10,2	m ³ /h
Conexión agua refrigerada	DN50	mm
Caudal agua fría	5,8	m ³ /h
Conexión agua fría	DN40	mm
Consumo de energía eléctrica	520-1600	W

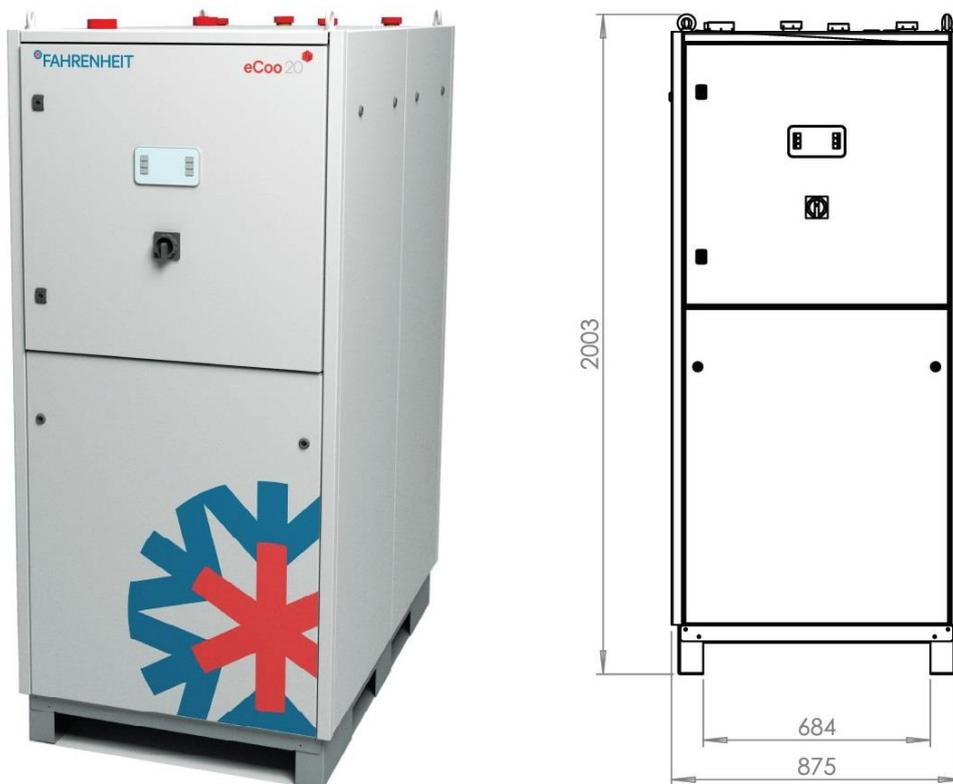


Figura 20. Imagen y dimensiones del enfriador de adsorción Fahrenheit eCoo 20 (FAHRENHEIT, 2019).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

El sistema de enfriamiento por adsorción genera frío gracias a un aporte de calor al sistema y por tanto, es necesario comprobar que la potencia calorífica que suministra la caldera de biomasa es suficiente para producir la cantidad de frío que se demanda. Conociendo el coeficiente de rendimiento que tiene la máquina de adsorción y la carga de refrigeración del edificio, podemos obtener la potencia calorífica que se debe aportar para cubrir la demanda de frío. El coeficiente de capacidad o rendimiento energético de un sistema de adsorción se define como (Fernandes, 2014):

$$COP_{ADS} = \frac{Q_{REF}}{Q_{FC}} \quad (20)$$

Donde Q_{REF} es la capacidad de refrigeración que se consigue y Q_{FC} es el calor que es necesario aportar a través del fluido caliente, en nuestro caso el agua de la caldera de biomasa.

A continuación se especifica la temperatura que tendrá el agua del enfriador en cada punto del circuito:

- Temperatura de salida de agua fría, T_e : 10 °C
- Temperatura de entrada de agua caliente, T_g : 90 °C
- Temperatura de salida de agua caliente: 83 °C
- Temperatura de entrada de agua refrigerada, T_a : 30 °C
- Temperatura de salida de agua refrigerada: 35 °C

La temperatura del agua de retorno del agua fría T_c se puede determinar en función del COP del sistema (Anyanwu, 2004):

$$COP_{ADS} = \frac{T_e \cdot (T_g - T_a)}{T_g \cdot (T_a - T_c)} \quad (21)$$

Teniendo en cuenta el COP del sistema escogido, 0,65 (Tabla 63), la temperatura de retorno será de 19.8°C.

5.6.2.1. Sistema auxiliar para producción de calor

Dado que el coeficiente de rendimiento [Ec. (20)] es la relación entre la potencia frigorífica que se produce y la potencia calorífica que se aporta al sistema, dividiendo el valor de la carga de refrigeración necesaria de 18,5 kW (Tabla 43) entre el COP del equipo de adsorción de 0,65 (Tabla 61), se obtiene una cantidad de calor igual a 28,5 kW.

La caldera de biomasa que se diseñó inicialmente para la calefacción del edificio no puede aportar todo el calor necesario al sistema de adsorción puesto que la caldera de biomasa tiene una potencia máxima nominal igual a 20 kW. Es necesario aumentar la potencia nominal de la caldera de biomasa o instalar otra fuente de energía para generar agua caliente.

Para producir el calor adicional que requiere el sistema de adsorción se puede sobredimensionar la caldera de biomasa o dimensionar una instalación de captadores solares para producir agua caliente. Dado que ambas opciones son fuentes de energía renovable para generar energía calorífica, se optará por instalar aquel sistema que sea más rentable económicamente. A continuación, se realiza un estudio comparativo entre el coste del biocombustible que necesitará la caldera de biomasa para generar agua caliente y el coste de la instalación de captadores solares.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Según la Guía Técnica de *Energía Solar Térmica* (IDAE, 2020), la potencia térmica proporcionada por el sistema de captación solar varía en función del rendimiento de los captadores y de la irradiancia recibida por la superficie del plano de captadores, y se expresa de la siguiente forma:

$$POT_{PRI} = \eta \cdot A \cdot G \quad (22)$$

donde:

- Pot_{PRI}: potencia térmica suministrada al circuito primario (W).
- η : rendimiento del captador solar.
- A: superficie del captador solar (m²).
- G: irradiancia total sobre la superficie del captador (W/m²).

La potencia máxima que debería suministrar de agua caliente al sistema de adsorción es igual a 28500 W. En el momento de máxima necesidad de refrigeración, la radiación solar en Cádiz es igual a 1000 W/m², mientras que el rendimiento del captador varía entre 0,55-0,75 (IDAE, 2020). Conociendo estos datos podemos despejar la superficie que se necesitaría para cubrir la demanda térmica.

$$A = \frac{28500}{0,75 \cdot 1000} = 37,95 \text{ m}^2$$

Para cubrir la demanda térmica de agua caliente mediante la instalación de paneles solares harían falta 38 m² de superficie de captación.

El coste de la implantación de la energía solar térmica varía en función de diferentes factores, como pueden ser el tipo de aplicación, el tamaño de la instalación, la tecnología utilizada o si la instalación se realiza a la vez que la construcción del edificio o se trata de una vivienda edificada, conforme se indica en la Guía Técnica de *Energía Solar Térmica* (IDAE, 2006). De esta forma, el coste de las placas solares térmicas se sitúa entre 400-700 €/m² de placa (IDAE, 2006). Tomando el precio más bajo, sería necesaria una inversión de 15200 € para que el enfriador de adsorción pudiera satisfacer la demanda de refrigeración del edificio.

Para calcular el coste de la biomasa que haría falta para producir agua caliente para el enfriador de adsorción, utilizamos la demanda de energía de refrigeración del edificio, igual a 4004,6 kWh/año (Tabla 42) y suponemos una vida útil de la caldera igual a 20 años. La demanda de energía de refrigeración a lo largo de la vida útil de la caldera supondría 80092 kWh.

Sabiendo que el coeficiente de rendimiento del enfriador de adsorción es 0,65, calculamos la demanda de energía calorífica:

$$P_{calor} = \frac{P_{frío}}{COP_{ADS}} \quad (23)$$

Obtenemos una cantidad de energía calorífica necesaria igual a 123218,5 kWh. Puesto que la caldera tiene un rendimiento del 96 % podemos obtener la energía calorífica consumida:

$$P_{combustible} = \frac{P_{calor}}{\eta} = \frac{123218,5 \text{ kWh}}{0,96} = 128352,6 \text{ kWh} \quad (24)$$

Tomando los datos del poder calorífico inferior (3250 kWh/m³) y densidad (650 kg/m³) del combustible de la Tabla 25, calculamos la masa de los pellets que hará falta suministrar a lo largo de la vida útil de la caldera para el sistema de refrigeración:

$$m_{combustible} = \frac{P_{combustible}}{PCI} \cdot d_{combustible} = \frac{128352,6 \text{ kWh}}{3250 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} \cdot 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 25670,5 \text{ kg} \quad (25)$$

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tomando el precio medio del mercado de los pellets, que se sitúa en 0,28 €/kg, calculamos el coste total del combustible para la refrigeración del edificio durante 20 años y obtenemos que el coste total es de 7187,7 €.

Dado que la diferencia del coste es muy superior a la diferencia entre el precio de la caldera de biomasa inicial y una de mayor potencia, se considera que la instalación de una caldera de biomasa con mayor potencia es una opción más favorable económicamente frente a una instalación de captación solar. Para aumentar la potencia de la caldera, se decide instalar un modelo superior a la elegida anteriormente. De esta forma, la caldera de biomasa podrá suministrar calefacción en invierno y alimentar el enfriador de adsorción para la refrigeración del edificio en verano.

Caldera de biomasa: para la combustión de pellets, Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60, modelo 45, con potencia térmica modulante 13-45 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1730x986x1000 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza. Consumo de pellet modulante en función de la temperatura seleccionada y alcanzada. En la Tabla 62 se resumen algunas características técnicas de la caldera proporcionadas por el fabricante.

Tabla 62. Características de la caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 60 (TERMOSUN, 2018).

Parámetro	Valor	Unidad
Rango de potencia	13-45	kW
Rango de temperatura	25-95	°C
Rendimiento a potencia nominal	>96	%
Rendimiento a potencia nominal durante condensación	>106	%
Rendimiento a potencia parcial	>96	%
Rendimiento a potencia parcial durante condensación	>103	%
Emisiones (13% O ₂)	<10	mg/m ³
Contenido de agua	135	l

5.6.2.2. Sistema auxiliar para refrigeración de agua

El sistema de adsorción necesita un sumidero de energía auxiliar. Dado que no se dispone de una fuente natural de agua fría (como un río, lago o incluso piscina) se utilizará una torre de refrigeración.

Torre de refrigeración: torre de refrigeración de circuito abierto Indumec APAREL serie TC-021 PFV (Fig. 21), de tiro forzado con ventilador centrífugo, con relleno formado por láminas onduladas de PVC y un separador de gotas de PVC con cerco de acero inoxidable.

Tabla 63. Características torre refrigeración APAREL TC-021 PFV (INDUMEC, 2021).

Parámetro	Valor	Unidad
Potencia disipada ⁽¹⁾	49	kW
Potencia ventilador	0,37	kW
Peso en vacío	118	kg
Peso en carga	188	Kg
Medidas	660×1145×1400	mm

⁽¹⁾ Potencia disipada en las siguientes condiciones: Te: 35,5 °C, Ts: 30 °C, Tbh: 24 °C.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Dado que la torre de refrigeración tiene que eliminar el calor proveniente del edificio (18,5 kW) y el calor que aporta la caldera (28,5 kW), la potencia disipada debe ser superior a 47 kW. La torre de refrigeración seleccionada tiene una potencia de disipación seguidamente superior y es capaz de eliminar el calor proveniente del sistema de adsorción.



Figura 21. Imagen de la torre de refrigeración de circuito abierto Indumec APAREL serie TC-021 PFV (INDUMEC, 2021).

Tuberías de distribución: están formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado con una conductividad térmica igual a 0,16 W/(m·K) con aislamiento de aerogel nanoporoso con conductividad térmica igual a 0,016 W/(m·K) a 10 °C. En la Tablas 64 y 65 se resumen las tuberías instaladas en ambientes exterior e interior, respectivamente.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 25% al cálculo de la pérdida de calor en las tuberías exteriores y un 15% al cálculo de la pérdida de calor en las tuberías interiores.

Tabla 64. Listado de tuberías exteriores en sistema de refrigeración basado en energía renovable.

Tubería	D (mm)	$\lambda_{\text{aisl.}}(\text{W/m}\cdot\text{K})$	$e_{\text{aisl.}}(\text{mm})$	$L_{\text{imp.}}(\text{m})$	$L_{\text{ret.}}(\text{m})$	$\Phi_{\text{m.cal.}}(\text{W/m})$	$q_{\text{cal.}}(\text{W})$
Superficial	50	0,016	29	0,71	1,18	3,24	6,1
Empotrada	50	0,016	29	1,86	1,52	3,41	11,5
Superficial	50	0,016	29	3,05	3,05	3,37	20,6
Total							38,2

Tabla 65. Listado de tuberías interiores en sistema de refrigeración basado en energía renovable.

Tubería	D (mm)	$\lambda_{\text{aisl.}}(\text{W/m}\cdot\text{K})$	$e_{\text{aisl.}}(\text{mm})$	$L_{\text{imp.}}(\text{m})$	$L_{\text{ret.}}(\text{m})$	$\Phi_{\text{m.cal.}}(\text{W/m})$	$q_{\text{cal.}}(\text{W})$
Superficial	50	0,016	29	0,46	0,46	2,3	2,1
Superficial	40	0,016	27	3,30	3,30	2,05	13,5
Empotrada	32	0,016	27	3,40	3,40	1,78	12,1
Empotrada	32	0,016	27	3,09	2,61	1,68	9,6
Empotrada	25	0,016	25	17,14	17,15	1,29	44,4

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 65. (Continuación).

Empotrada	20	0,016	25	79,68	74,86	1,01	156,1
Empotrada	16	0,016	25	39,29	39,27	0,88	69,1
Total							306,9

Fancoils: horizontal con envolvente, con impulsión horizontal y retorno vertical con deflector (Fig. 22), "LENNOX", sistema de dos tubos, con potencias variables (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 10°C, salto térmico: 5°C), velocidades variables, con válvula de tres vías con bypass, con actuador, para la batería de frío.

A continuación se presenta un listado de diferentes modelos que se han instalado junto con sus características (Tabla 66).

Tabla 66. Características de los fancoils LENNOX Comfair HC (LENNOX, 2021).

Modelo	Potencia (kW)	Nº velocidades	Q aire (m³/h)	Q agua (l/s)	P. sonora (dBA)	Dimensiones (m)
Comfair HC 11 0,67	0,57	5	216	0,03	47	0,61x0,66x0,22
Comfair HC 11 0,81	0,84	3	231	0,04	43	0,61x0,86x0,22
Comfair HC 31 1,25	1,27	3	334	0,06	40	0,61x1,06x0,22
Comfair HC 31 1,4	1,42	4	384	0,07	44	0,61x1,06x0,22
Comfair HC 51 2,35	2,27	5	650	0,11	51	0,61x1,26x0,22

La distribución de las tuberías y los equipos de climatización se pueden ver en los Planos 19-22.



Figura 22. Imagen de los fancoils LENNOX Comfair HC (LENNOX, 2021).

5.6.3. Eficiencia de los sistemas de climatización renovables

Al igual que en el caso de climatización basada en energía no renovable, comprobamos que las pérdidas térmicas globales por el conjunto de tuberías no superan el máximo establecido en la *IT 1.2.4.2 – Redes de tuberías y conductos*, del RITE. Puesto que el sistema de refrigeración utiliza como fluido caloportador agua proveniente del enfriador de adsorción, tanto las tuberías de calefacción como las tuberías de refrigeración no deben superar el 4% de la potencia máxima que transportan.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Aunque el enfriador de adsorción tiene una potencia máxima nominal de 32 kW, en nuestro proyecto dicha potencia está limitada por la potencia de la caldera de biomasa. En función de la potencia útil máxima que puede suministrar la caldera, calculamos la potencia de trabajo máxima que puede proporcionar el enfriador de adsorción.

$$P_{enfriador} = P_{caldera} \cdot \eta_{caldera} \cdot COP_{ADS} \quad (26)$$

$$P_{enfriador} = 45 \text{ kW} \cdot 0,96 \cdot 0,65 = 28,1 \text{ kW}$$

Dado que la caldera tiene una potencia de trabajo variable y las necesidades de agua caliente son distintas en invierno y en verano, se decide configurar la potencia de la caldera en función de las necesidades del edificio. De esta forma, se establece que la caldera trabajará con potencia nominal igual a 20 kW en invierno y tendrá una potencia nominal establecida en 32 kW para la temporada de verano. Si establecemos la potencia nominal de la caldera en 32 kW para verano obtenemos que la potencia que suministrará el enfriador de adsorción es igual a 19,97 kW.

Las Tablas 67 y 68 se resumen las potencias instaladas y las pérdidas que se producen en las tuberías.

Tabla 67. Resultados de la potencia de calefacción instalada y de las pérdidas de calor en el circuito. Calefacción renovable.

Conjunto de recinto	P _{inst} (kW)	q _{tub} (kW)	%q _{tub}	%q _{equipos}	Q _{cal} (kW)	Total (kW)
Edificio residencial	19,00	0,66	3,5	2	17,1	18,15

Tabla 68. Resultados de la potencia de refrigeración instalada y de las pérdidas de frío en el circuito. Refrigeración renovable.

Conjunto de recinto	P _{inst} (kW)	q _{tub} (kW)	%q _{tub}	%q _{equipos}	Q _{ref} (kW)	Total (kW)
Edificio residencial	19,97	430,20	1,3	2	18,5	19,57

donde:

P_{inst}: Potencia instalada.

q_{tub}: Pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada.

%q_{tub}: Porcentaje equivalente de q_{tub}.

q_{equipos}: Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada.

Q_{cal}: Carga máxima simultánea de calefacción.

Q_{ref}: Carga máxima simultánea de refrigeración.

La caldera de biomasa, teniendo en cuenta su rendimiento, proporcionará una potencia calorífica de 18,15 kW y cubrirá la necesidad térmica de calefacción de Q_{cal} =17,1 kW (Tabla 43). La Tabla 68 muestra que hay suficiente potencia de refrigeración, 19,57 kW, para abastecer al edificio con unas necesidades de Q_{ref} =18,5 kW (Tabla 43).

A continuación, se presenta una tabla comparativa entre la demanda de climatización del edificio y la potencia de los equipos instalados con el objetivo de cubrir dicha demanda. Es importante tener en cuenta que la potencia de los fancoils instalados se refiere a la potencia máxima.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Tabla 69. Comparación entre las cargas térmicas del edificio y la potencia de los equipos instalados. Climatización renovable

Vivienda	Carga de calefacción máxima simultánea (kW)	Potencia calorífica de los radiadores instalados (kW)	Carga de refrigeración máxima simultánea (kW)	Potencia frigorífica de los fancoils instalados (kW)
Vivienda 1 (Bajo A)	2,91	2,99	2,87	3,4
Vivienda 2 (Bajo B)	2,86	2,89	2,79	3,25
Vivienda 3 (1-A)	2,11	2,26	2,30	3,1
Vivienda 4 (1-B)	1,97	2,06	2,18	2,68
Vivienda 5 (1-C)	1,43	1,49	1,86	2,27
Vivienda 6 (2-A)	2,23	2,35	2,37	3,1
Vivienda 7 (2-B)	2,17	2,24	2,26	2,95
Vivienda 8 (2-C)	1,43	1,52	1,87	2,27
Total edificio	17,11	17,79	18,50	23,02

Finalmente, calculamos el Índice de Eficiencia Energética del edificio para el sistema de climatización basado en energía renovable.

Tabla 70. Calificación energética del edificio residencial. Sistema de calefacción compuesto por caldera de biomasa. Sistema de refrigeración compuesto por enfriador de adsorción. Sistema de ACS compuesto por caldera de gas natural. Climatización renovable.

	IEE demanda (a)	IEE sistemas (b)	IEE (c)=(a) × (b)	Coefficientes de reparto (d)	(e)=(c) × (d)
Calefacción	IEE _{DCAL} =0,75	IEE _{SCSL} =0,33	IEE _{CAL} =0,25	0,40	0,1
Refrigeración	IEE _{DREF} =1,21	IEE _{SREF} =0,07	IEE _{REF} =0,08	0,35	0,03
ACS	IEE _{DACS} =0,8 *	IEE _{SACS} =0,45	IEE _{ACS} =0,36	0,25	0,09
IEE_G Σ(f)					0,22

* (100 – contribución solar)/50)

Comparamos el índice global con la escala de la Tabla 57 y obtenemos una calificación energética del edificio clase A cuando el sistema de climatización trabaja con energías renovables. En la Tabla 70 observamos que el mayor impacto de emisiones de CO₂ proviene del sistema de calefacción, esto se debe a que la refrigeración depende de la caldera de biomasa. La caldera trabaja todo el año para proporcionar tanto calor como frío al edificio. Por otro lado, el índice global del sistema de ACS es muy similar al sistema de calefacción y puesto que la caldera de gas solo necesita cubrir un 40% de ACS, la reducción de emisiones de CO₂ cuando se utilizan energías renovables es realmente notable.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.7. Comparación de los sistemas de climatización y discusión

Una vez que se han obtenido los resultados de las certificaciones energéticas del edificio en diferentes escenarios de climatización, podemos hacer una comparación de las emisiones de CO₂ de los sistemas. Los datos de la Tabla 71 se han obtenido de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) junto con los Índices de Eficiencia Energética. En la Tabla 71 se muestra un resumen de la eficiencia energética del edificio en los dos casos calculados.

Tabla 71. Comparación de las emisiones de CO₂ del edificio en función del tipo de climatización.

Tipo	Demanda energética del edificio * (kWh/m ² -año)	Sistemas de energía no renovable			Sistemas de energía renovable		
		Consumo energía primaria no renovable (kWh/m ² -año)	Indicador emisiones (kg CO ₂ /m ² -año)	Emisiones (kg CO ₂ /año)	Consumo energía primaria no renovable (kWh/m ² -año)	Indicador emisiones (kg CO ₂ /m ² -año)	Emisiones (kg CO ₂ /año)
Calefacción	7,44 (C)	15,16 (C)	3,21 (C)	1896,1	4,57 (B)	0,97 (A)	573,0
Refrigeración	6,78 (B)	4,38 (A)	0,74 (A)	437,1	1,59 (A)	0,29 (A)	171,3
ACS	10,19	4,30 (A)	0,91 (A)	537,5	4,89 (A)	1,04 (A)	611,6
Total	24,41	23,83 (C)	4,86 (B)	2870,7	11,06 (A)	2,30 (A)	1355,8

* Considerando la superficie habitable (superficie útil más zonas comunes): 590,69 m².

Como era de esperar, la climatización basada en energía renovable tiene menores emisiones de CO₂ y por tanto, un mejor Índice de Eficiencia Energética. Aunque se utilicen energías renovables, es prácticamente imposible conseguir emisiones nulas debido a que es necesario que en el sistema estén presentes elementos que trabajen con electricidad, como pueden ser motores, bombas, sistemas de control, etc.

Una de las desventajas de los sistemas de climatización que utilizan energías respetables con el medio ambiente es la complejidad de la instalación y el tamaño de los equipos. Lo mencionado puede observarse en la necesidad de instalar un sistema de acumulación del biocombustible con importantes dimensiones. El sistema de adsorción necesita un suministro de agua caliente y agua refrigerada, lo cual implica la instalación de dos sistemas adicionales que requieren mucha atención a la hora de los cálculos de potencia y ubicación.

Posiblemente los sistemas de refrigeración por adsorción y calefacción por combustión de biomasa todavía no están diseñados para cubrir las necesidades de viviendas con reducido tamaño, como ha ocurrido en este proyecto. Hoy en día, estos sistemas son más adecuados para sectores de grandes superficies y grandes demandas térmicas, como pueden ser los hospitales, industrias, centros comerciales, etc. Es necesario que ocurra un avance tecnológico que permita simplificar y reducir el tamaño de estas instalaciones y hacer que sean asequibles para el sector residencial.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

5.8. Estimación del consumo energético en diferentes escenarios

A continuación, se presentan los resultados de una comparación del consumo energético del edificio en diferentes supuestos de variación climática. El cambio climático consecuencia del calentamiento global del planeta no solo supone una subida de la temperatura media, sino un incremento de la oscilación térmica anual (diferencia entre las temperaturas mínimas y máximas). Por lo tanto, para realizar una estimación más próxima a la realidad se han utilizado datos de otras localidades correspondientes a diferencias zonas climáticas (Tabla 72).

Tabla 72. Estimación de las demandas de climatización y consumo de energía primaria en diferentes escenarios.

Supuesto	T _{media} (°C)	T _{max} (°C)	T _{min} (°C)	Calefacción		Refrigeración		Energía primaria no renovable	
				D _{cal, edificio}	D _{cal, lim}	D _{ref, edificio}	D _{ref, lim}	C _{ep, edificio}	C _{ep, lim}
1	17,2	36	0,8	41,50	22,5	16,88	20	79,97	53,78
2	18	39,9	0	20,24	15	16,53	20	52,13	47,52
Actual *	18,5	31,4	6,2	11,1	15	10,1	15	33,96	42,52
3	18,8	34,4	6,5	11,05	15	16,5	20	38,24	42,52
4	19,3	39,2	3,1	20,24	15	16,53	20	50,17	47,52

* Situación actual correspondiente a la ciudad de Cádiz.

donde:

T_{media}: Temperatura seca media anual.

T_{max}: Temperatura seca máxima con un percentil del 0,4%.

T_{min}: Temperatura seca mínima con un percentil del 99,6%.

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

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

D_{cal, lim}: Valor límite de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año);

D_{ref, lim}: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año);

C_{ep, edificio}: Valor 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, 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).

Toda la envolvente térmica y la orientación del edificio se mantienen constantes. Al variar las condiciones exteriores como la temperatura media, máxima y mínima cambian los límites de demandas energéticas de calefacción y refrigeración. Además, se ha estimado el consumo de energía primaria no renovable en cada caso, con el fin de contrastar dichos valores con los valores límite en cada caso.

En la tabla anterior podemos observar cómo cambian las demandas energéticas y el consumo de energía primaria en función de las temperaturas exteriores. Podemos afirmar que cuando más severas son las condiciones exteriores mayores demandas de calefacción y refrigeración tiene el edificio. Por otro lado, existe una relación entre la diferencia de temperaturas máxima y mínima y el consumo de energía primaria, cuando el salto de temperaturas aumenta, también lo hace el consumo de energía primaria del edificio. Cuando las condiciones climáticas son más estables las demandas energéticas son menores.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Con esta comparación podemos demostrar la importancia que tiene una envolvente térmica adecuada, ya que de ella dependerán las futuras instalaciones, consumos energéticos e inversiones económicas. Aunque las demandas energéticas también dependen de un factor que el ser humano no puede controlar, las condiciones exteriores, un diseño óptimo de la envolvente térmica juega un papel principal en el confort de las viviendas.

Se puede observar como un aumento de la temperatura media de solo 0,3°C (Tabla 72, supuesto 3) puede suponer un aumento de la demanda de energía primaria no renovable del 12,6%. De igual forma un incremento de la temperatura media de 0,8°C (con las variaciones correspondientes de las temperatura mínimas y máximas) daría lugar a un aumento en la demanda de energía primaria no renovable del 47,7% (Tabla 72, supuesto 4).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo es comparar la eficiencia energética de diferentes sistemas de climatización. El primer sistema de climatización se basa en el uso de gas natural para la calefacción del edificio mediante una caldera de combustión y unos equipos individuales de aire acondicionado *multi-split* para la refrigeración de las viviendas. El sistema de calefacción basado en energías renovables consiste en la instalación de una caldera de biomasa, mientras que la demanda de refrigeración sería cubierta mediante un sistema de refrigeración por adsorción de gel de sílice-agua. Este equipo enfría agua que se envía a intercambiadores agua-aire (fancoils) situados en el interior de las viviendas. Para su funcionamiento necesita el suministro de agua caliente desde la caldera de biomasa utilizada para calefacción y el aporte de agua a temperatura cercana a la del ambiente, que será obtenida mediante la instalación de una torre de refrigeración. Como paso previo al diseño de los sistemas de climatización se han definido los elementos de la envolvente térmica y se ha diseñado el sistema de ventilación del edificio.

El edificio residencial con la envolvente térmica seleccionada ha obtenido como resultado unas demandas energéticas de calefacción y refrigeración igual a 11,1 kWh/m²·año y 10,1 kWh/m²·año, respectivamente. La demanda máxima de energía de calefacción y refrigeración ha sido de 15 kWh/m²·año para ambos. Todos los elementos constructivos han mostrado valores de transmitancia térmica inferiores a los valores límite. El edificio del proyecto ha validado el cumplimiento del CTE DB HE-1. En cuanto al consumo de energía primaria, el edificio ha demostrado que el resultado es igual a 33,96 kWh/m²·año, siendo un valor menor que el máximo permitido por CTE DB HE-0, de 42,52 kWh/m²·año.

Los resultados de potencias máximas simultáneas tanto para el sistema de calefacción como para el sistema de refrigeración han sido 17,11 kW y 18,5 kW, respectivamente.

El sistema de climatización basado en energías no renovables ha supuesto la instalación de una caldera de gas con una potencia útil máxima 18,97 kW y la suma de las potencias de los equipos *multi-split* para refrigeración ha sido 40 kW. Los equipos instalados permiten satisfacer las necesidades térmicas del edificio. El conjunto compuesto por la envolvente térmica del edificio y los equipos de climatización obtiene una clasificación energética clase B.

Para climatizar el edificio mediante energías renovables se ha instalado una caldera de biomasa con una potencia útil máxima igual a 43,2 kW. Dicha caldera está sobredimensionada con respecto a las necesidades de calefacción para poder permitir su acoplamiento al sistema de refrigeración por adsorción, y que este pueda proporcionar una potencia frigorífica igual a 28,1 kW, superior a la potencia máxima simultánea de refrigeración. Al igual que en el caso anterior, los equipos seleccionados han sido capaces de cubrir las necesidades térmicas del edificio. La clasificación energética en este caso ha sido de clase A.

El uso de la caldera de biomasa para calefacción y un sistema de refrigeración por adsorción, permiten reducir las emisiones anuales de CO₂ en un 52.7% con respecto a la caldera de gas natural y sistema de aire acondicionado por compresión (pasando de 2870,1 kgCO₂/año a 1355,8 kgCO₂/año).

Comparado el consumo del edificio bajo diferentes supuestos de evolución de las temperaturas como consecuencia del cambio climático, se ha observado que un incremento de la temperatura media de 0,8°C (con las variaciones correspondientes de las temperaturas mínimas y máximas) podría producir un aumento en la demanda de energía primaria no renovable del edificio del 47,7%.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

7. Integración de las diferentes competencias

7.1. Competencias específicas

La principal competencia específica integrada en el desarrollo de este TFG ha sido *CR1001 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería*, incluida en la asignatura de Termotecnia (44102202) de segundo curso, en la que se estudiaron el cálculo del aislamiento de los cerramientos, la estimación de las cargas térmicas en locales y los sistemas de climatización empleados (calderas y sistemas de refrigeración por compresión). En esta misma asignatura del Grado en Ingeniería Mecánica, también se desarrolla la competencia específica de *CR1010 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad*, a través del análisis de los requisitos reglamentarios de los tres primeros apartados del Documento Básico HE-Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación. El diseño tanto de la envolvente térmica del edificio, como de los sistemas de climatización se ha llevado a cabo con el objetivo de cumplir las restricciones impuestas por dicha reglamentación en materia de demanda de energía, consumo energético y emisiones de CO₂.

Uno de los sistemas de climatización diseñados ha sido el de distribución de agua caliente mediante radiadores y caldera de gas, sistema este último que fue estudiado además de en la asignatura de Termotecnia, en la de Máquinas y Motores Térmicos (29104213), que incluye la competencia de *CTEM003 - Conocimientos aplicados de ingeniería térmica*.

El diseño de las instalaciones de climatización se estudia en la asignatura de 4º curso de Instalaciones Industriales (29104221), en la que se trabaja la competencia de *CTEM005 - Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales*.

Para la realización del presente trabajo fin de grado se han elaborado los planos constructivos de un edificio de 3 plantas, lo que ha permitido desarrollar la competencia de *CB005 - Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador*, trabajada en la asignatura de primer curso de Expresión Gráfica (44101109). Los planos se han dibujado utilizando un programa informático de diseño gráfico asistido por ordenador (CAD), poniendo así en práctica los conocimientos prácticos adquiridos en la asignatura de Diseño Asistido por Ordenador (29103211), también vinculada a la competencia *CTEM001 - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica*.

7.2. Competencias técnicas transversales

Además de estas competencias específicas, durante la realización de este TFG ha sido necesario aplicar otras competencias técnicas transversales a muchas de las asignaturas de la titulación, como la competencia *CT005 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos*, ya que este trabajo incluye los correspondientes informes de cumplimiento del CTE. De igual forma ha sido necesario trabajar con los documentos normativos que establecen las exigencias de eficiencia energética de los edificios, por lo que ha sido necesario aplicar la competencia de *CT011 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial*.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

8. Fases de la realización del TFG y su cronograma asociado

El trabajo se ha desarrollado en siete fases que han ocupado el final del curso anterior y todo el curso 2020/21 (Tabla 73):

1º. Selección del edificio y localización a utilizar en el trabajo (Enero-Febrero 2020). En esta primera fase se buscó un edificio del que se pudieran obtener los planos geométricos y del que se conocieran los materiales constructivos para poder realizar sobre las modificaciones necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de ahorro de energía.

2º. Búsqueda de información bibliográfica (Febrero-Marzo 2020). En esta segunda fase se realizó una búsqueda de información sobre el aislamiento térmico de edificios y el diseño de sistemas de climatización, haciendo principal hincapié en la búsqueda de la reglamentación vigente a considerar en el diseño de la envolvente térmica del edificio y las instalaciones de climatización.

3º. Dimensionado del aislamiento térmico del edificio (Marzo-Abril 2020). El primer paso en el diseño de las instalaciones térmicas es el cálculo del nivel de aislamiento necesario en el edificio en función del tipo de uso y de la zona climática en la que se ubica, para cumplir con el apartado *HE1- Condiciones para el control de la demanda energética* del Documento Básico *HE-Ahorro de energía* del Código Técnico de la Edificación. El diseño y la comprobación del cumplimiento con la norma se realizó mediante el programa informático CYPECAD MEP.

4º. Diseño de los sistemas de climatización basados en fuentes de energía no renovables (Agosto 2020-Diciembre 2021). Una vez diseñada la envolvente térmica, el programa CYPECAD MEP permite determinar las cargas térmicas de calefacción y refrigeración de cada uno de los locales incluidos en el edificio. A partir de este dato se realizó el diseño de sistemas de climatización mediante calefacción por caldera de gas natural y refrigeración mediante sistemas de compresión. Dicho diseño se realizó mediante el mismo programa informático, así como la comprobación de todas las exigencias de las instalaciones incluidas en el apartado *HE2-Condiciones de las instalaciones térmicas*.

Tabla 73. Cronograma de la realización de actividades.

Año	2020								2021			
	ENE	FEB	MAR	ABR	AGO	SEP	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Tareas a realizar												
Selección del edificio	■	■										
Búsqueda de información		■	■									
Dimensionado aislantes			■	■								
Diseño instalaciones					■	■	■	■				
Rediseño instalaciones								■	■	■	■	
Estimación del consumo										■	■	
Redacción						■	■	■	■	■	■	■

5º. Diseño de las instalaciones de climatización alternativas con fuentes de energía renovables (Diciembre 2020-Marzo 2021).

6º. Estimación del consumo energético del edificio con los diferentes sistemas de climatización (Febrero-Marzo 2021). Una vez diseñadas las instalaciones se analizó el cumplimiento del apartado de *HE0-Limitación del consumo energético*, en el que se limita el uso de energía primaria (electricidad y gas) para satisfacer las necesidades térmicas del edificio.

7º. Redacción del trabajo fin de grado (Septiembre 2020-Abril 2021). Finalmente se procedió a la redacción del presente documento en el que se reflejan todos los cálculos y diseños realizados para cumplir con los objetivos de partida.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

9. Bibliografía

Abas N., Kalair A.R., Khan N., Haider A., Saleem Z., Saleem M.S., 2018. Natural and synthetic refrigerants, global warming: A review. *Renewable and Sustainable Energy Review*, **90**, pp. 557-569. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.099>.

AENOR, 2008. UNE-CR 1752:2008 IN. Ventilación de edificios: Criterio de diseño para el ambiente interior. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. 18/03/2008.

AENOR, 2017. UNE-EN 12207:2017. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid. 22/03/2017.

Afroz Z., Higgins G., Shafiullah G.M. y Urmee T., 2020. Evaluation of real-life demand-controlled ventilation from the perception of indoor air quality with probable implications. *Energy and Buildings*, **219**: 110018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110018>

Allen M. R. e Ingram W.J., 2002. Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature*, **419**: 224–232. <https://doi.org/10.1038/nature01092>

Andrews T., Forster P., Boucher O., Bellouin N. y Jones A., 2010. Precipitation, radiative forcing and global temperature change. *Geophysical Research Letters*, **37**: L14701. <https://doi.org/10.1029/2010GL043991>.

Anyanwu E.E., 2004. Review of solid adsorption solar refrigeration II: An overview of the principles and theory. *Energy Conversion and Management*, **45** (7–8): 1279-1295. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2003.08.003>. (Acceso 09/05/2021).

Bala G., Caldeira K. y Nemani R., 2010. Fast versus slow response in climate change: Implications for the global hydrological cycle. *Climate Dynamics*, **35**: 423–434. <https://doi.org/10.1007/s00382-009-0583-y>

BAXI, 2021. Circuladores para calefacción alta eficiencia BAXI Calefacción S.L.U. Barcelona (España). 44 pp. <https://mediacdn.baxi.es/-/media/inriver-media/baxi-iberia-media/2021/4/27/a00b11c58g84catalog6es01pdf.pdf?v=1&d=20210427T210857Z> (Acceso 09/05/2021).

BOE, 2007. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Boletín Oficial del Estado (BOE) nº 254, de 23 de octubre de 2007. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-18397-consolidado.pdf> (Acceso el 5/8/2020).

BOE, 2013a. Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Boletín Oficial del Estado (BOE) nº 219 de Jueves 12 de septiembre de 2013. Sec. I. pp. 67137– 67209. <https://www.boe.es/eli/es/o/2013/09/10/fom1635> (Acceso el 5/5/2020).

BOE, 2013b. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. BOE núm. 89, de 13/04/2013. Sec.1, pp. 27548-27562. Última actualización publicada el 06/06/2017. Legislación consolidada. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/04/05/235/con>

BOE, 2016. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. BOE núm. 207, de 29/08/2007. Última actualización publicada el 13/02/2016. Legislación consolidada. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/07/20/1027/con>

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Bony S., Bellon G., Klocke D., Sherwood S., Fermepin S. y Denvil S., 2013. Robust direct effect of carbon dioxide on tropical circulation and regional precipitation. *Nature Geoscience*, **6**: 447-451. <https://doi.org/10.1038/ngeo1799>.

Cabeza L.F. y Chàfer M., 2020.- Technological options and strategies towards zero energy buildings contributing to climate change mitigation: A systematic review. *Energy and Buildings*, **219**: 110009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110009>

Cao L., Bala G. y Caldeira K., 2012. Climate response to changes in atmospheric carbon dioxide and solar irradiance on the time scale of days to weeks. *Environmental Research Letters*, **7**: 034015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/034015>.

Ebrahimi M., Keshavarz A., 2015. 2 – CCHP Technology. *Combined Cooling, Heating and Power*, **2**, pp. 35-91. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099985-2.00002-0>.

FAHRENHEIT, 2019. Technical data eCoo 20. Munich (Alemania), 1 pp. <https://fahrenheit.cool/en/product/ecoo-20/> (Acceso 09/05/2021).

Fernandes M.S., Brites G.J.V.N., Costa J.J., Gaspar A.R., Costa V.A.F., 2014. Review and future trends of solar adsorption refrigeration systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **39**: pp. 102–123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.081>.

FERROLI, 2018. Radiador de aluminio Europa C. FERROLI S.p.A Coslada (España), 2 pp. <https://www.ferroli.com/media/Ficha-tecnico-comercial-radiadores-europa-250419.pdf>(Acceso el 15/04/2021).

FONDITAL, 2021. Cool Aleterum. FONDITAL S.p.A. Vobarno (Italia). 4 pp. https://www.fondital.com/media/files/attachments/3374_CTC_SCHEDA_COOL_ES.pdf (Acceso el 15/04/2021).

François A., Ibos L., Feuillet V. y Meulemans J., 2020. Novel in situ measurement methods of the total heat transfer coefficient on building walls. *Energy & Buildings*, **219**: 110004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110004>

González-Álvarez M.A., Montañés A. y Olmos L., 2020. Towards a sustainable energy scenario? A worldwide analysis. *Energy Economics*, **87**: 104738. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104738>

Good P., Ingram W., Lambert F.H., Lowe J.A., Gregory J.M., Webb M.J., Ringer M.A. y Wu P., 2012. A step-response approach for predicting and understanding non-linear precipitation changes. *Climate Dynamics*, **39**: 2789–2803. <https://doi.org/10.1007/s00382-012-1571-1>.

Grabowska K., Krzywanski J., Nowak W., Wesolowska M., 2018. Construction of an innovative adsorbent bed configuration in the adsorption chiller - Selection criteria for effective sorbent-glue pair. *Energy*, **151**: 317-323. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.060>.

Habib K., Saha B.B, Chakraborty A., Koyama S., Srinivasan K., 2011. Performance evaluation of combined adsorption refrigeration cycles. *International Journal of Refrigeration*, **34**, pp. 129-137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2010.09.005>.

Held I. y Soden B., 2006. Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *Journal of Climate*, **19**: 5686–5699. <https://doi.org/10.1175/JCLI3990.1>.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

IDAE, 2006. Energía solar térmica. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 148 pp.

https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_10374_energia_solar_termica_06_8a90370e.pdf. (Acceso 09/05/2021).

IDAE, 2007. Guía Técnica. Torres de refrigeración. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 84 pp.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540_Torres_refrigeracion_GT4_07_05_eca613.pdf. (Acceso 09/05/2020).

IDAE, 2008. Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. Información y consejos para las comunidades de vecinos. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 87 pp. <https://www.idae.es/publicaciones/guia-practica-sobre-instalaciones-centralizadas-de-calefaccion-y-agua-caliente>. (Acceso 09/05/2021).

IDAE, 2009. Guía técnica. Instalaciones de biomasa térmica en edificios. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 84 pp.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10920_Instalaciones_Biomasa_Term_edificios_2009_b6fe691f.pdf. (Acceso 09/05/2021).

IDAE, 2009a. Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción. Serie Calificación de Eficiencia Energética de Edificios, nº 7. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 60 pp.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_07_Escala_Calif_Energetica_A20_09_A_5c0316ea.pdf (Acceso 01/08/2020).

IDAE, 2009b. Guía técnica. Opción Simplificada. Viviendas. Memoria de cálculo. Serie Calificación de Eficiencia Energética de Edificios, nº 12. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

112 pp. <https://www.idae.es/publicaciones/opcion-simplificada-viviendas-memoria-de-calculo> (Acceso 01/08/2020).

IDAE, 2010. Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 132 pp.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12_Guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf. (Acceso 09/05/2020).

IDAE, 2011. Guía práctica sobre instalaciones individuales de calefacción y de agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 54 pp.

<https://www.idae.es/publicaciones/guia-practica-sobre-instalaciones-individuales-de-calefaccion-y-de-agua-caliente>. (Acceso 09/05/2021).

IDAE, 2012. Guía Técnica. Instalaciones de calefacción individual. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 84 pp. <https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-de-instalaciones-de-calefaccion-individual>. (Acceso 09/05/2021).

IDAE, 2012. Guía técnica. Instalaciones de climatización con equipos autónomos. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_f9d4199a.pdf. (Acceso 09/05/2021).

IDAE, 2012. Guía Técnica. Instalaciones de climatización por agua. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 100 pp.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_18_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_por_agua_ed78f988.pdf. (Acceso 09/05/2020).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

IDAE, 2019a. Marco Estratégico de Energía y Clima: Una oportunidad para la modernización de la economía española y la creación de empleo. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio para la Transición Ecológica. <https://www.idae.es/noticias/marco-estrategico-de-energia-y-clima-una-oportunidad-para-la-modernizacion-de-la-economia> (Acceso 01/08/2020).

IDAE, 2019b. Guía técnica. Instalaciones de climatización con equipos autónomos. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Energía y Turismo. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_f9d4199a.pdf. (Acceso 01/08/2020).

IDAE, 2020. Guía Técnica de Energía Solar Térmica. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 296 pp. https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guiasolartermica_idae-asit_v3.0_20210111_nipo.pdf. (Acceso 09/05/2020).

INDUMEC, 2021. Torres de refrigeración APAREL Serie TE - Circuito Abierto. INDUMEC, S.L. Torrejón de Aardóz (España), 28 pp. http://www.indumec.com/images/pdf/Catalogo_TC.pdf (Acceso 09/05/2021).

IPCC, 2018. AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Chapter 12. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter12_FINAL.pdf (Acceso 09/05/2021).

IPCC, 2020. *Climate Change and Land. Summary for Policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 36 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf (Acceso el 5/5/2020).

Kasaeian A., Hosseini S.M., Sheikhpour M., Mahian O., Yan W., Wongwises S., 2020. Applications of eco-friendly refrigerants and nanorefrigerants: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96: pp. 91-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.033>.

LENNOX, 2021. COMFAIR Fan Coil Units. Application Guide. LENNOX REFAC S.A., España. 32 pp. [http://webmanuals.lennox europe.com/Out%20of%20Production/Fan_Coil_Units/Comfort%20Eden/Application%20guide%20%20\(AGU\)/COMFAIR_AGU_0503-E%20-%20HQ.pdf](http://webmanuals.lennox europe.com/Out%20of%20Production/Fan_Coil_Units/Comfort%20Eden/Application%20guide%20%20(AGU)/COMFAIR_AGU_0503-E%20-%20HQ.pdf) (Acceso 09/05/2021).

MF, 2002. Documento de aplicación del código HE. Código Técnico de la Edificación. Documento de Trabajo. HE 5-P129/03/2002. Ministerio de Fomento (MF). https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Normativa/CTE/HE.pdf (Acceso 05/08/2020).

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 05/08/2020).

MF, 2019. Documento Básico HS. Salubridad. Ministerio de Fomento (MF). Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Secretaría General de Vivienda. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. 184 pp. <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf> (Acceso el 1/8/2020).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

MIET y MF, 2016. 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. Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo (MIET) y Ministerio de Fomento (MF). Versión 04/01/2016. 31 pp. https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf (Acceso el 15/4/2021).

MITSUBISHI, 2018. Outdoor unit. Service Manual Models MXZ-3F54VF. Mitsubishi Electric Corporation. Japón, 94 pp. <https://library.mitsubishielectric.co.uk> (Acceso 09/05/2021).

MITSUBISHI, 2019. Indoor unit. Service Manual Models MSZ-AP20VG. Mitsubishi Electric Corporation. Japón, 34 pp. https://planetaklimata.com.ua/instr/Mitsubishi_Electric/Mitsubishi_Electric_MSZ-AP15-20_Service_Manual_Eng.pdf (Acceso 09/05/2021).

Pagliarini G., Bonfiglio C. y Vocale P., 2019.- Outdoor temperature sensitivity of electricity consumption for space heating and cooling: An application to the city of Milan, North of Italy. *Energy and Buildings*, **204**: 109512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109512>

PE (2009). Directiva (UE) 2009/125/CE del Parlamento Europeo (PE) y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. Diario Oficial de la Unión Europea, 31.10.2009, L 285/10. <https://www.boe.es/doue/2009/285/L00010-00035.pdf> (Acceso 05/08/2020).

Rodríguez Camino E., 2013. *Cambio climático 2013: bases físicas*. X Seminario Respuestas desde la comunicación y la educación frente al cambio climático. Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 15-16 de octubre de 2013, Valsain (España). https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/respuestas-desde-la-educacion-y-la-comunicacion-al-cambio-climatico/1%20E%20Rodriguez%20Camino%20CC%20Bases%20Fisicas_tcm30-70632.pdf (Acceso el 5/5/2020).

Rodríguez-Pertuz M.L., Terés-Zubiaga J., Campos-Celador A. y González-Pino I., 2020. Feasibility of zonal space heating controls in residential buildings in temperate climates: Energy and economic potentials in Spain. *Energy and Buildings*, **218**: 110006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110006>

TERMOSUN, 2018. HERZ caldera de pellets Pelletstar Condensation 10-60. TERMOSUN ENERGÍAS S.L. <https://www.termosun.com/ca/admin/uploads/catalogo-pelletstar-condensation-10-60-062019.pdf>

UE, 2009. Directiva (UE) 2009/125/CE del Parlamento Europeo (PE) y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. Diario Oficial de la Unión Europea, 31.10.2009, L 285/10. <https://www.boe.es/doue/2009/285/L00010-00035.pdf> (Acceso el 5/5/2020).

UE, 2012. *Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la Eficiencia Energética*. Diario Oficial de la Unión Europea de 14.11.2012, L 315/1-56. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32012L0027> (Acceso el 5/5/2020).

UE, 2018. *Directiva 2018/844/UE del Parlamento Europeo 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*. Diario Oficial de la Unión Europea de 19.6.2018, L 156/75-91. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588780973904&uri=CELEX:32018L0844> (Acceso el 5/5/2020).

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

UE, 2019. *Energy, transport and environment indicators*. European Union (EU). Eurostat. Publications Office of the European Union. Unión Europea (UE). Bélgica, 222 pp. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/10165279/KS-DK-19-001-EN-N.pdf/76651a29-b817-eed4-f9f2-92bf692e1ed9> (Acceso el 5/5/2020).

UNE-EN 15265:2007. Prestaciones térmicas de los edificios. Cálculo de las necesidades energéticas para calefacción y aire acondicionado. Criterios generales y procedimientos de validación. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). CTN 92 - Aislamiento Térmico. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0046078>.

UNE-EN ISO 13790:2011. Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). CTN 92 - Aislamiento Térmico. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0048301>

UNGA, 2015. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. United Nations General Assembly (UNGA). Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E (Acceso el 5/5/2020).

Wang L.W., Wang R.Z., Oliveira R.G., 2007. A review on adsorption working pairs for refrigeration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **13**, pp. 518–534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.12.002>.

WOLF, 2019. Calderas de condensación a gas Comfortline CGB-2(K) / CGW-2 / CGS-2L / CGS-2R. Wolf GmbH. Mainburg (Alemania). 32 pp. https://spain.wolf.eu/fileadmin/Wolf_Internationalisierung/Spanien/Documents/Documentacion_Tecnica/CALDERAS_DE_CONDENSACION_A_GAS_CGB-2_K_CGW-2L_CGS-2L_R.pdf (Acceso el 15/04/2021).

Yang F.L., Kumar A., Schlesinger M.E. y Wang W. Q., 2003. Intensity of hydrological cycles in warmer climates. *Journal of Climate*, **16**: 2419–2423. <https://doi.org/10.1175/2779.1>

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

PLANOS



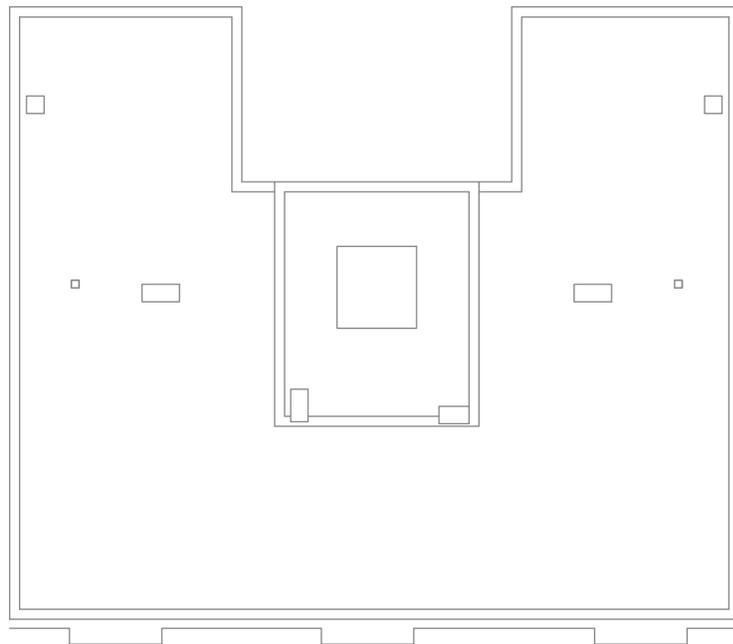
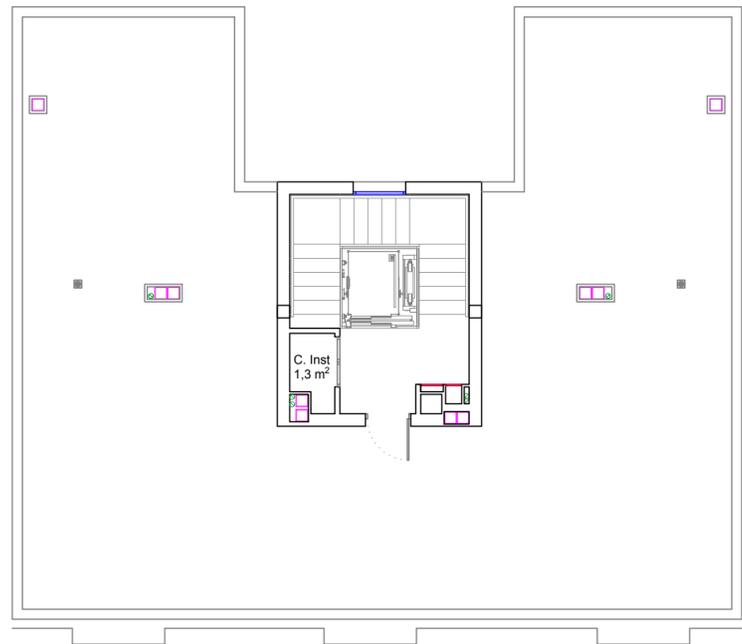
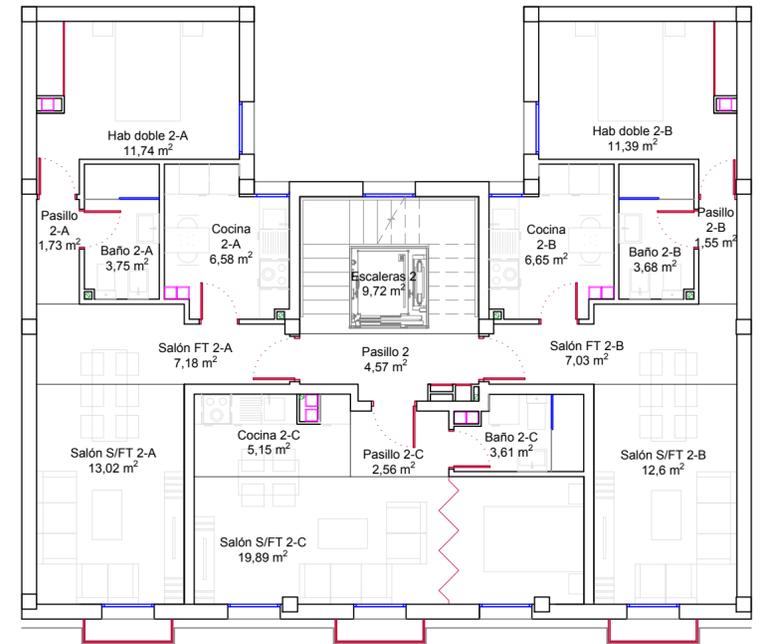
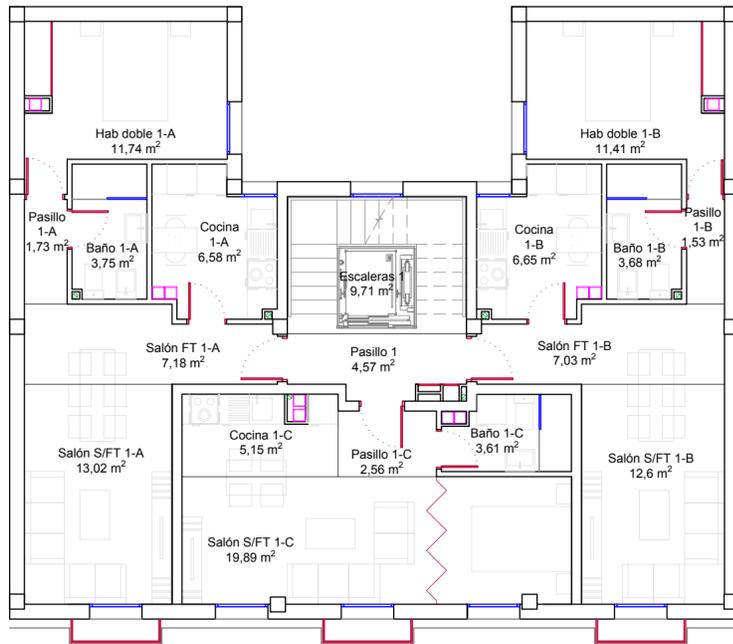
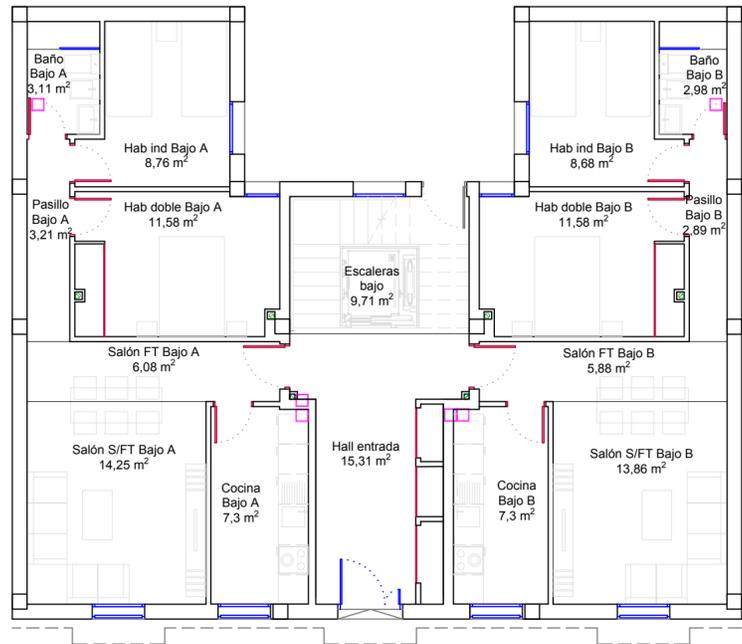
Coordenadas geográficas: 36°31'43,4"N 6°18'10,5"E

Proyecto		UNIVERSIDAD DE ALMERÍA		Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.				Mayo 2021
Nº de plano		Escala	Autor	
01	Planos de localización - vista satélite.	1:1021	Marta S. S. S.	



Coordenadas geográficas: 36°31'43,4"N 6°18'10,5"E

Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.		 Fecha Mayo 2021
Nº de plano 02	Planos de localización - mapa catastral.	Autor  Escala 1:438



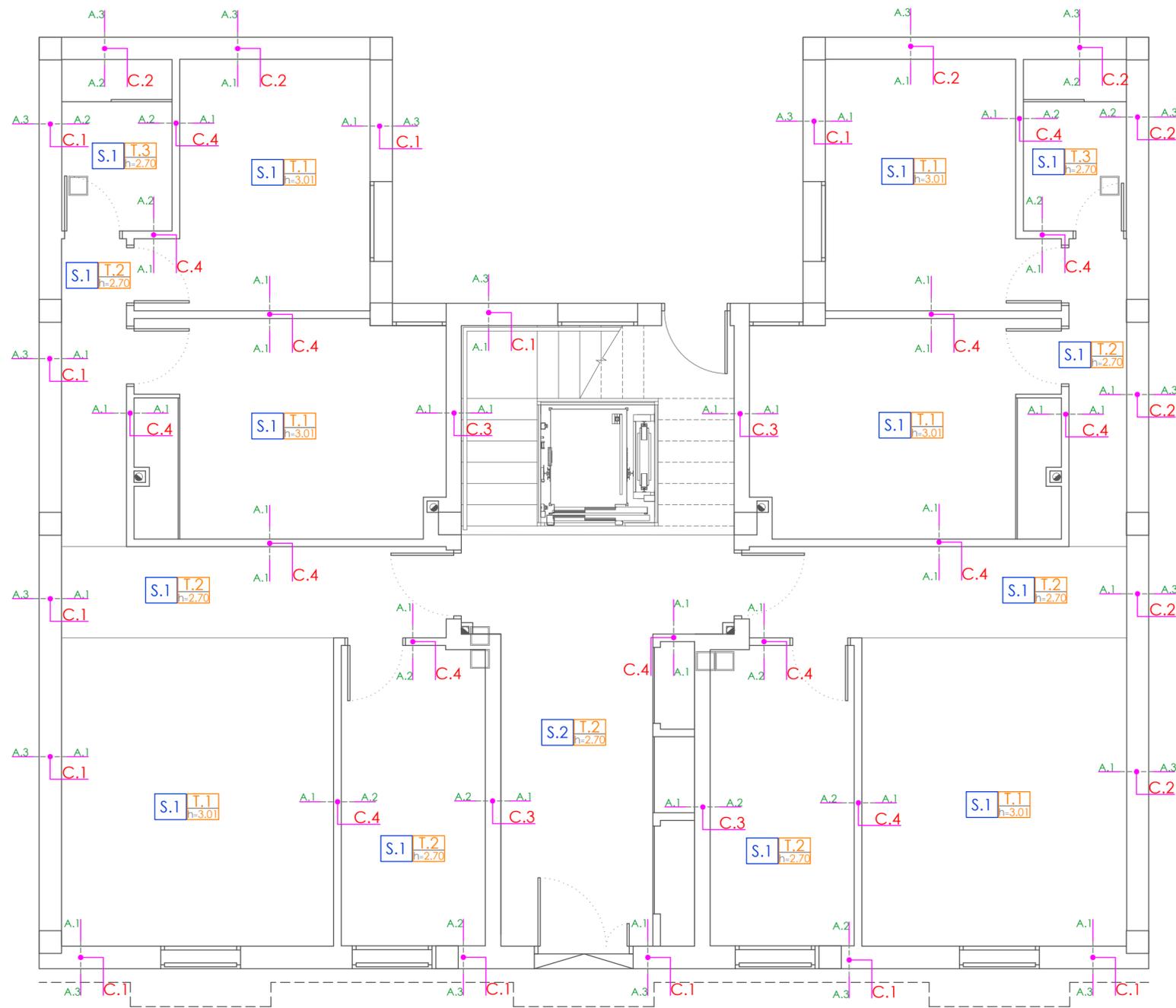
Distribución de la superficie útil del edificio

Ubicación	Unidad de uso	S _u (m ²)	V (m ³)
Planta baja	Vivienda 1 (Bajo A)	54,28	157,10
Planta baja	Vivienda 2 (Bajo B)	53,18	154,08
Planta 1	Vivienda 3 (1-A)	43,99	122,88
Planta 1	Vivienda 4 (1-B)	42,90	119,79
Planta 1	Vivienda 5 (1-C)	31,21	87,87
Planta 2	Vivienda 6 (2-A)	43,99	111,88
Planta 2	Vivienda 7 (2-B)	42,90	109,06
Planta 2	Vivienda 8 (2-C)	31,21	80,07
Todas las plantas	Zona común	53,60	148,85
Total		397,26	1091,58

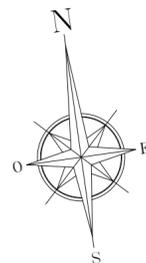
Orientación geográfica del edificio:



Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.		 Fecha Mayo 2021
Nº de plano 03	Edificio y superficies.	
		Autor 



Orientación geográfica del edificio:

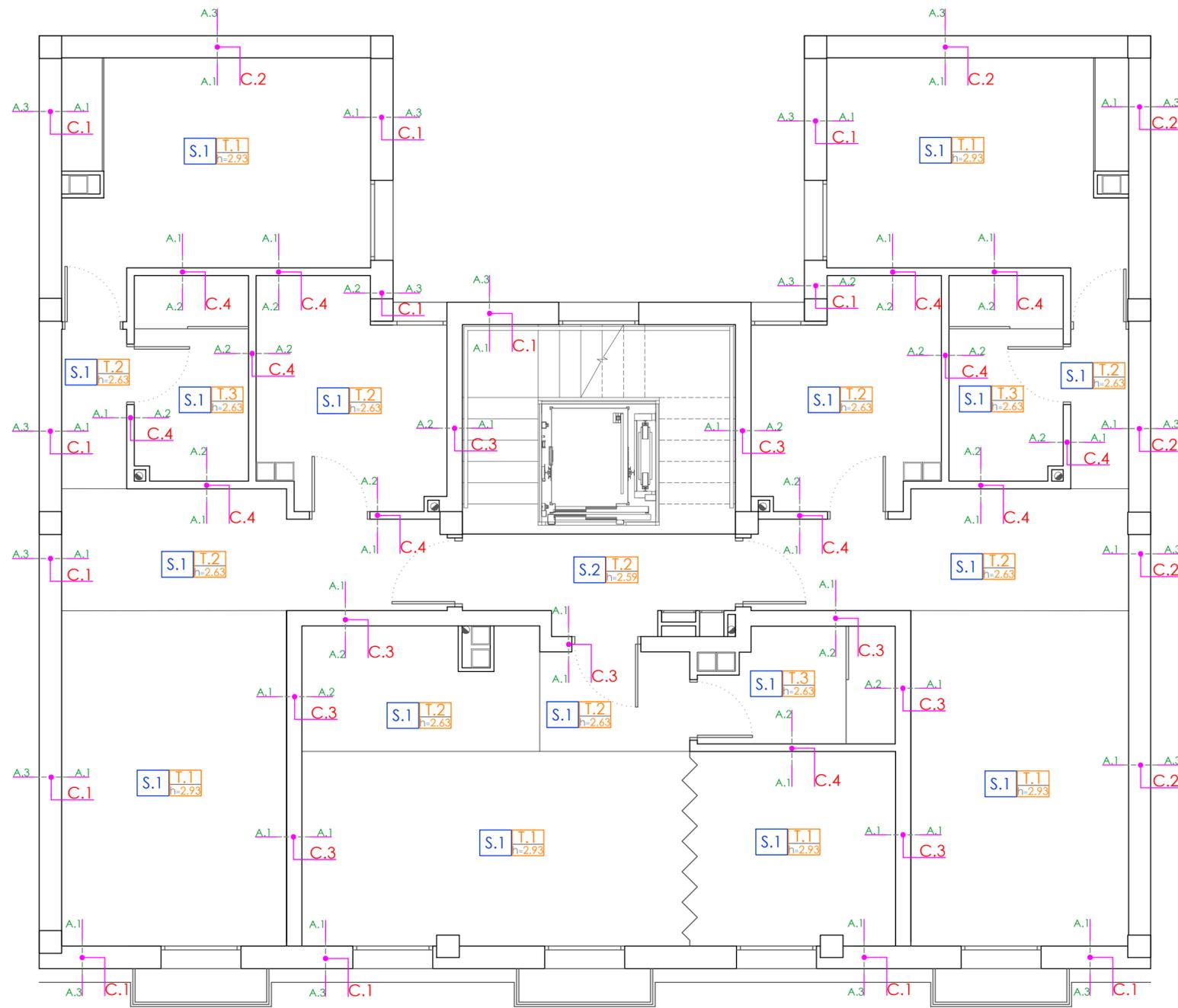


Acabados	A.1	Revestido de paramento vertical interior guarnecido y enlucido de yeso B1 de 1,5 cm de espesor, acabado con pintura plástica con textura lisa blanca acabado mate, compuesta de mano de fondo, plastecido, nueva mano de fondo y dos manos de acabado.
	A.2	Revestido de paramento interior vertical enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso con mortero de cemento M-5, alicatado de azulejo cerámico acabado liso, colocado mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, color gris.
	A.3	Revestimiento continuo de 15 mm de espesor, impermeable al agua de lluvia, con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado raspado, color blanco, compuesto de cementos, aditivos, resinas sintéticas y cargas minerales.
Pavimentos	S.1	Solado con baldosa de gres esmaltado de 30x30 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, sobre base de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 r por cada m ³ de arena seca, en capa de 3 cm de espesor, preparada para su posterior uso como soporte de pavimento.
	S.2	Solado con baldosas de marmol Blanco Macael y dimensiones 60x30x2 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3,2 cm de espesor y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1, sobre base de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m ³ de arena seca, en capa de 4 cm de espesor, preparada para su posterior uso como soporte de pavimento.
Techos	T.1	Revestido de paramento horizontal interior guarnecido y enlucido de yeso B1 de 1,5 cm de espesor a buena vista acabado con pintura plástica con textura lisa blanca, acabado mate compuesta de mano de fondo, plastecido y dos manos de acabado.
	T.2	Falso techo continuo, situado a una altura (ver plano), constituido por placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante varillas metálicas de acero galvanizado de 3 mm de diámetro. Acabado con pintura plástica con textura lisa blanca, acabado mate compuesta de mano de fondo, plastecido y dos manos de acabado.
	T.3	Falso techo registrable, situado a una altura (ver plano), constituido por placas de escayola fisurada, suspendidas del forjado mediante una perfilera vista blanca anticorrosiva, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas de acero galvanizado

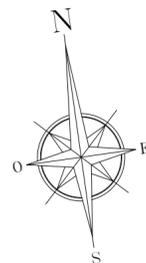
<p>Listado de capas: 1 - Mortero monocapa (ver revestimientos) 1,5 cm 2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm 3 - Poliuretano proyectado 5 cm 4 - Cámara de aire sin ventilar 3,5 cm 5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 7 cm 6 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 6b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 29,5 / 30 cm</p>	<p>Listado de capas: 1 - Enfoscado de cemento 1,5 cm (ver revestimientos) 2 - Fábrica de ladrillo de hormigón perforado Geroblok Perforado "DBBLOK" 12 cm 3 - Poliuretano proyectado 3 cm 4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm 5 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 5b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 29 / 29,5 cm</p>	<p>Listado de capas: 2 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 2b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal 0,5 cm (ver revestimientos) 3 - Fábrica de ladrillo de hormigón Geroblok Cámara "DBBLOK" 15,5 cm 4 - Lana mineral 1,5 cm 4 - Panel de poliestireno expandido 2 cm 5 - Placa de yeso laminado 1 cm 5 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 5b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 20 / 20,5 cm</p>	<p>Listado de capas: 2 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 2b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal 0,5 cm (ver revestimientos) 3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 9 cm 4 - Lana mineral 1,5 cm 5 - Placa de yeso laminado 2 cm 6 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 6b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 15,5 / 16 / 16,5 cm</p>

Nota: la altura de cada recinto es la altura libre, entre la capa superior del acabado del suelo y la capa inferior del acabado del techo.

Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.		UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	Fecha Mayo 2021
Nº de plano 04	Cerramientos - planta baja.		Escala 1:50



Orientación geográfica del edificio:

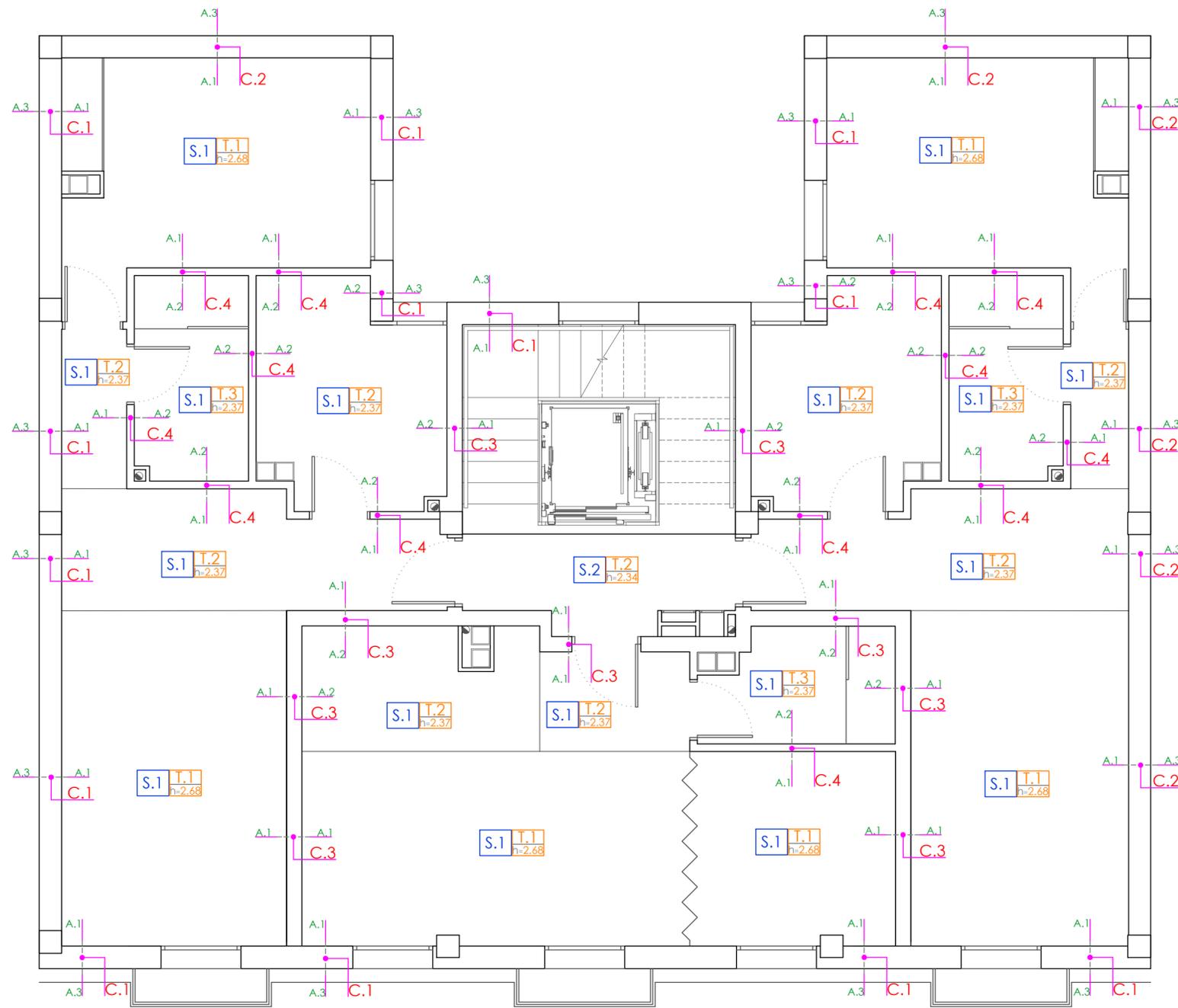


Acabados	A.1	Revestido de paramento vertical interior guarnecido y enlucido de yeso B1 de 1,5 cm de espesor, acabado con pintura plástica con textura lisa blanca acabado mate, compuesta de mano de fondo, plastecido, nueva mano de fondo y dos manos de acabado.
	A.2	Revestido de paramento interior vertical enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso con mortero de cemento M-5, alicatado de azulejo cerámico acabado liso, colocado mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, color gris.
	A.3	Revestimiento continuo de 15 mm de espesor, impermeable al agua de lluvia, con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado raspado, color blanco, compuesto de cementos, aditivos, resinas sintéticas y cargas minerales.
Pavimentos	S.1	Solado con baldosa de gres esmaltado de 30x30 cm, recibidas con adhesivo cementoso normal, C1, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, sobre base de mortero autonivelante en capa de 4 cm de espesor, colocado encima del aislamiento termoacústico formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado de 1 cm de espesor cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor.
	S.2	Solado con baldosas de marmol Blanco Macael y dimensiones 60x30x2 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3,2 cm de espesor y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1, sobre base de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m ³ de arena seca, en capa de 4 cm de espesor, preparada para su posterior uso como soporte de pavimento.
Techos	T.1	Revestido de paramento horizontal interior guarnecido y enlucido de yeso B1 de 1,5 cm de espesor a buena vista acabado con pintura plástica con textura lisa blanca, acabado mate compuesta de mano de fondo, plastecido y dos manos de acabado.
	T.2	Falso techo continuo, situado a una altura (ver plano), constituido por placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante varillas metálicas de acero galvanizado de 3 mm de diámetro. Acabado con pintura plástica con textura lisa blanca, acabado mate compuesta de mano de fondo, plastecido y dos manos de acabado.
	T.3	Falso techo registrable, situado a una altura (ver plano), constituido por placas de escayola fisurada, suspendidas del forjado mediante una perfilera vista blanca anticorrosiva, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas de acero galvanizado

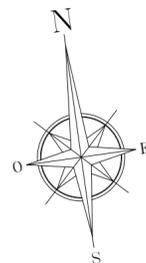
<p>Listado de capas: 1 - Mortero monocapa (ver revestimientos) 1,5 cm 2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm 3 - Poliuretano proyectado 5 cm 4 - Cámara de aire sin ventilar 3,5 cm 5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 7 cm 6 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 6b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 29,5 / 30 cm</p>	<p>Listado de capas: 1 - Enfoscado de cemento 1,5 cm (ver revestimientos) 2 - Fábrica de ladrillo de hormigón perforado Geroblok Perforado "DBBLOK" 12 cm 3 - Poliuretano proyectado 3 cm 4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm 5 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 5b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 29 / 29,5 cm</p>	<p>Listado de capas: 2 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 2b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal 0,5 cm (ver revestimientos) 3 - Fábrica de ladrillo de hormigón Geroblok Cámara "DBBLOK" 15,5 cm 4 - Lana mineral 1,5 cm 4 - Panel de poliestireno expandido 2 cm 5 - Placa de yeso laminado 1 cm 5 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 5b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 20 / 20,5 cm</p>	<p>Listado de capas: 2 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 2b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal 0,5 cm (ver revestimientos) 3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 9 cm 4 - Lana mineral 1,5 cm 5 - Placa de yeso laminado 2 cm 6 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 6b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 15,5 / 16 / 16,5 cm</p>

Nota: la altura de cada recinto es la altura libre, entre la capa superior del acabado del suelo y la capa inferior del acabado del techo.

Proyecto			Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021
Nº de plano	Cerramientos - planta 1.	Escala	Autor
05		1:50	Mejora Sostenible



Orientación geográfica del edificio:

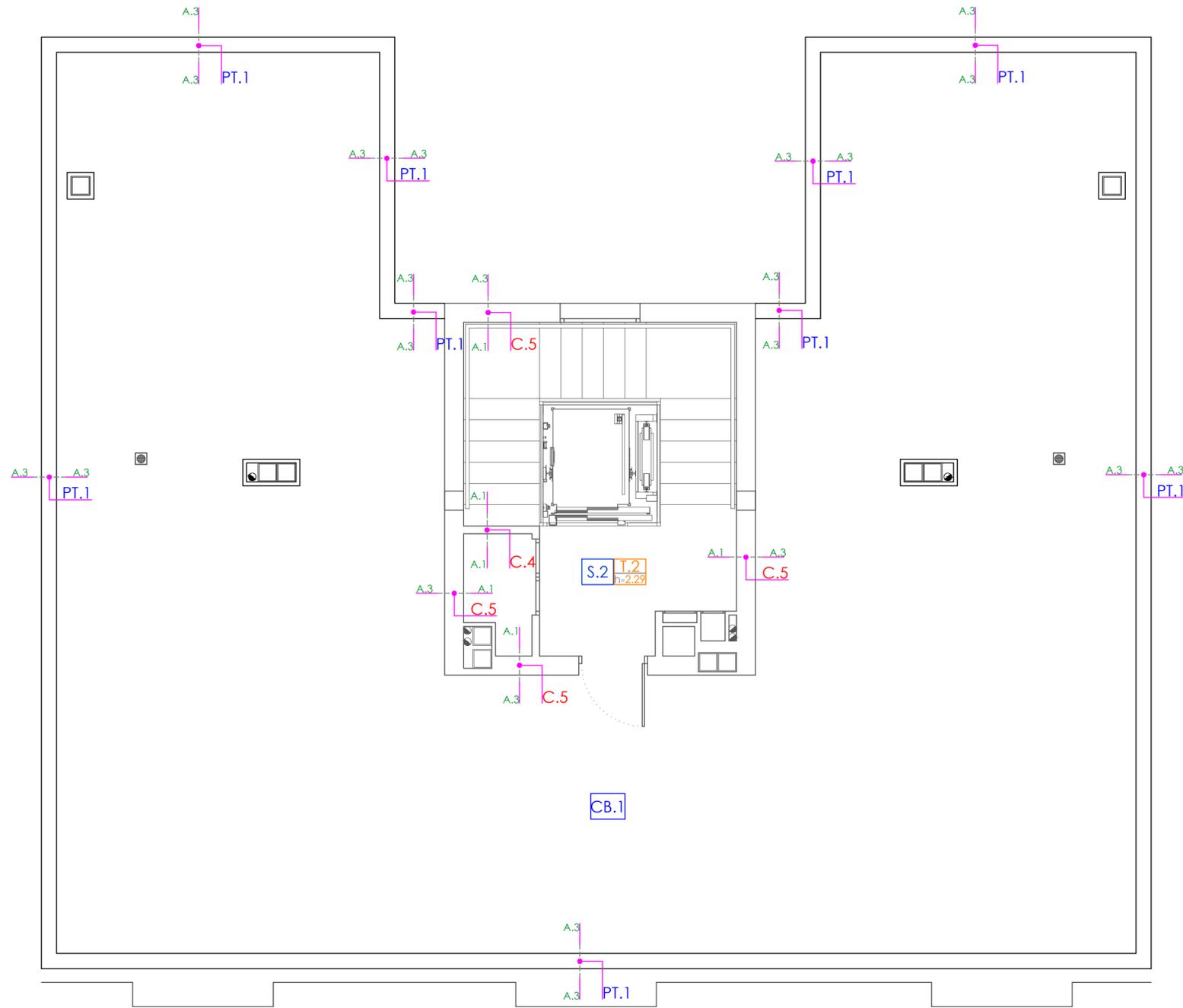


Acabados	A.1	Revestido de paramento vertical interior guarnecido y enlucido de yeso B1 de 1,5 cm de espesor, acabado con pintura plástica con textura lisa blanca acabado mate, compuesta de mano de fondo, plastecido, nueva mano de fondo y dos manos de acabado.
	A.2	Revestido de paramento vertical enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso con mortero de cemento M-5, alicatado de azulejo cerámico acabado liso, colocado mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, color gris.
	A.3	Revestimiento continuo de 15 mm de espesor, impermeable al agua de lluvia, con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado raspado, color blanco, compuesto de cementos, aditivos, resinas sintéticas y cargas minerales.
Pavimentos	S.1	Solado con baldosa de gres esmaltado de 30x30 cm, recibidas con adhesivo cementoso normal, C1, y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L, sobre base de mortero autonivelante en capa de 4 cm de espesor, colocado encima del aislamiento termoacústico formado por panel rígido de poliestireno expandido elasticado de 1 cm de espesor cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor.
	S.2	Solado con baldosas de marmol Blanco Macael y dimensiones 60x30x2 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3,2 cm de espesor y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1, sobre base de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m ³ de arena seca, en capa de 4 cm de espesor, preparada para su posterior uso como soporte de pavimento.
Techos	T.1	Revestido de paramento horizontal interior guarnecido y enlucido de yeso B1 de 1,5 cm de espesor a buena vista acabado con pintura plástica con textura lisa blanca, acabado mate compuesta de mano de fondo, plastecido y dos manos de acabado.
	T.2	Falso techo continuo, situado a una altura (ver plano), constituido por placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante varillas metálicas de acero galvanizado de 3 mm de diámetro. Acabado con pintura plástica con textura lisa blanca, acabado mate compuesta de mano de fondo, plastecido y dos manos de acabado.
	T.3	Falso techo registrable, situado a una altura (ver plano), constituido por placas de escayola fisurada, suspendidas del forjado mediante una perfilera vista blanca anticorrosiva, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas de acero galvanizado

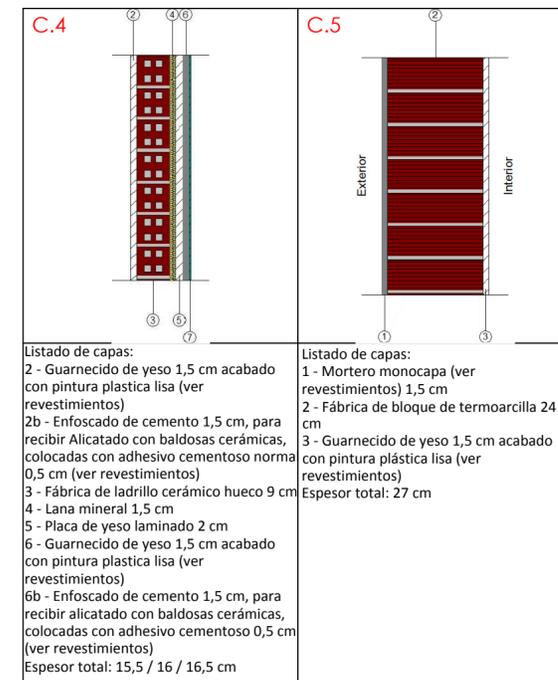
<p>Listado de capas: 1 - Mortero monocapa (ver revestimientos) 1,5 cm 2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm 3 - Poliuretano proyectado 5 cm 4 - Cámara de aire sin ventilar 3,5 cm 5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 7 cm 6 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 6b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 29,5 / 30 cm</p>	<p>Listado de capas: 1 - Enfoscado de cemento 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 2 - Fábrica de ladrillo de hormigón perforado Geroblok Perforado "DBBLOK" 12 cm 3 - Poliuretano proyectado 3 cm 4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm 5 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 5b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 29 / 29,5 cm</p>	<p>Listado de capas: 2 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 2b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal 0,5 cm (ver revestimientos) 3 - Fábrica de ladrillo de hormigón Geroblok Cámara "DBBLOK" 15,5 cm 4 - Lana mineral 1,5 cm 4 - Panel de poliestireno expandido 2 cm 5 - Placa de yeso laminado 1 cm 5 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 5b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 20 / 20,5 cm</p>	<p>Listado de capas: 2 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 2b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso normal 0,5 cm (ver revestimientos) 3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 9 cm 4 - Lana mineral 1,5 cm 5 - Placa de yeso laminado 2 cm 6 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos) 6b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos) Espesor total: 15,5 / 16 / 16,5 cm</p>

Nota: la altura de cada recinto es la altura libre, entre la capa superior del acabado del suelo y la capa inferior del acabado del techo.

Proyecto			Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021
Nº de plano	Cerramientos - planta 2.	Escala	Autor
06		1:50	Mejora Sostenible



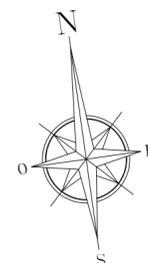
Acabados	A.1	Revestido de paramento vertical interior guarnecido y enlucido de yeso B1 de 1,5 cm de espesor, acabado con pintura plástica con textura lisa blanca acabado mate, compuesta de mano de fondo, plastecido, nueva mano de fondo y dos manos de acabado.
	A.3	Revestimiento continuo de 15 mm de espesor, impermeable al agua de lluvia, con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado raspado, color blanco, compuesto de cementos, aditivos, resinas sintéticas y cargas minerales.
Suelos	S.2	Solado con baldosas de marmol Blanco Macael y dimensiones 60x30x2 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3,2 cm de espesor y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1, sobre base de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m ³ de arena seca, en capa de 4 cm de espesor, preparada para su posterior uso como soporte de pavimento.
Techos	T.2	Falso techo continuo, situado a una altura (ver plano), constituido por placas nervadas de escayola, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante varillas metálicas de acero galvanizado de 3 mm de diámetro. Acabado con pintura plástica con textura lisa blanca, acabado mate compuesta de mano de fondo, plastecido y dos manos de acabado.
Cubiertas	CB.1	Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: - Formación de pendientes con capa de 10 cm de espesor medio a base de hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida y cemento Portland con caliza. - Impermeabilización: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, con previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB, 0,36 cm de espesor. - Capa separadora bajo aislamiento: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, 0,06 cm de espesor. - Aislamiento térmico: panel rígido de poliestireno extruido, de 5 cm de espesor. - Capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, 0,08 cm de espesor. - Capa de regularización de mortero de cemento, M-5, de 4 cm de espesor. - Capa de protección: pavimento de baldosas de gres rústico 20x20 cm, de espesor 1 cm, colocadas en capa fina con mortero de juntas cementoso, CG2.
	PT.1	Antepecho de hormigón armado con encofrado metálico, de 1,10 m de alto y 0,20 m de ancho.



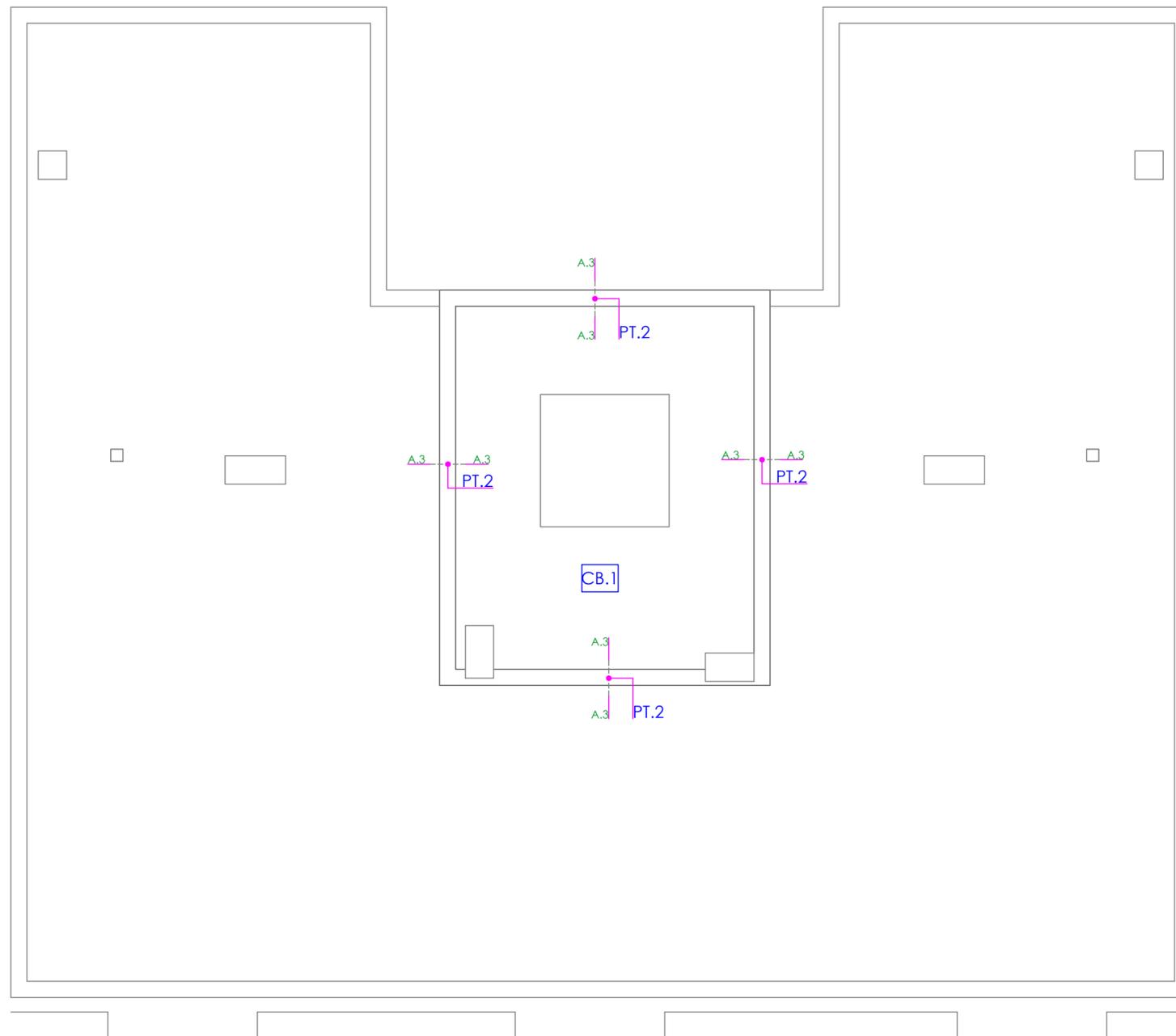
Listado de capas:
 2 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos)
 2b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso norma 0,5 cm (ver revestimientos)
 3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 9 cm
 4 - Lana mineral 1,5 cm
 5 - Placa de yeso laminado 2 cm
 6 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos)
 6b - Enfoscado de cemento 1,5 cm, para recibir alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso 0,5 cm (ver revestimientos)
 Espesor total: 15,5 / 16 / 16,5 cm

Listado de capas:
 1 - Mortero monocapa (ver revestimientos) 1,5 cm
 2 - Fábrica de bloque de termoarcilla 24 cm
 3 - Guarnecido de yeso 1,5 cm acabado con pintura plástica lisa (ver revestimientos)
 Espesor total: 27 cm

Orientación geográfica del edificio:

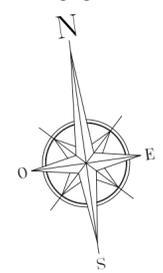


Proyecto		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021
Nº de plano	Cerramientos - casetón.	Escala	Autor
07		1:50	Mejora S. López



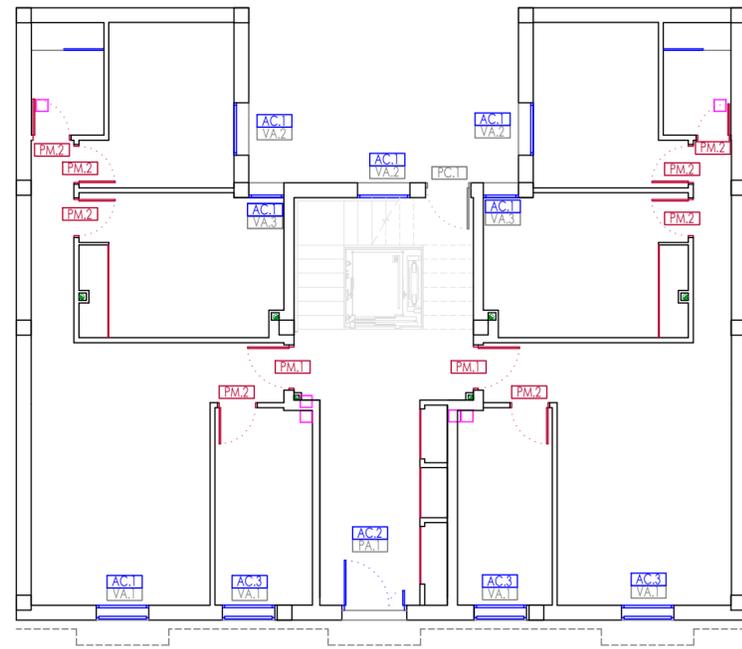
Cubiertas	A.3	Revestimiento continuo de 15 mm de espesor, impermeable al agua de lluvia, con mortero monocapa para la impermeabilización y decoración de fachadas, acabado raspado, color blanco, compuesto de cementos, aditivos, resinas sintéticas y cargas minerales.
	CB.1	Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: - Formación de pendientes con capa de 10 cm de espesor medio a base de hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida y cemento Portland con caliza. - Impermeabilización: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, con previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB, 0,36 cm de espesor. - Capa separadora bajo aislamiento: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, 0,06 cm de espesor. - Aislamiento térmico: panel rígido de poliestireno extruido, de 5 cm de espesor. - Capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, 0,08 cm de espesor. - Capa de regularización de mortero de cemento, M-5, de 4 cm de espesor. - Capa de protección: pavimento de baldosas de gres rústico 20x20 cm, de espesor 1 cm, colocadas en capa fina con mortero de juntas cementoso, CG2.
	PT.2	Antepecho de hormigón armado con encofrado metálico, de 0,50 m de alto y 0,20 m de ancho.

Orientación geográfica del edificio:

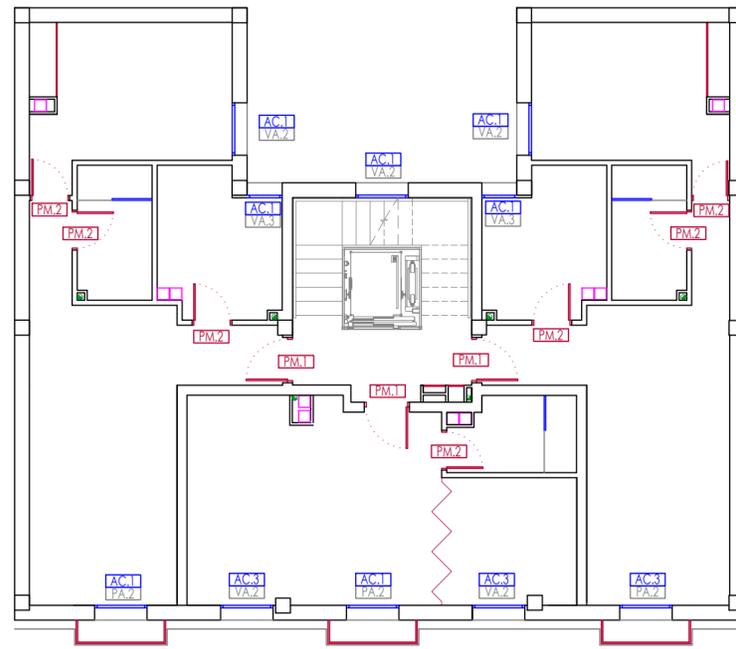


Proyecto		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021
Nº de plano	Cerramientos - cubierta.	Escala	Autor
08		1:50	Mejora S. López

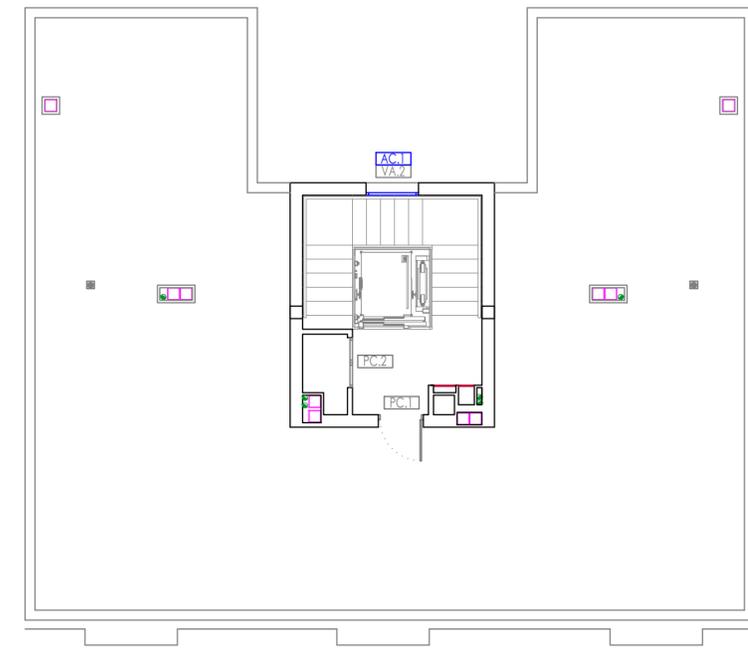
Planta baja



Plantas 1 y 2



Casetón



ACRISTALAMIENTOS

- AC.1 Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4.
- AC.2 Doble acristalamiento de seguridad (laminar) "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/laminar incoloro 3+3 laminar.
- AC.3 Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S.

CARPINTERÍA DE MADERA

PUERTAS

PM-1	8 Uds.	Tipo:	Acceso a la vivienda	PM-2	22 Uds.	Tipo:	Interior de paso
		Alma:	Aglomerado macizo + 2 planchas de acero			Alma:	Tablero MDF
		Acabado interior:	Liso prelacado en blanco			Acabado:	Liso prelacado en blanco
		Acabado exterior:	Liso prelacado en blanco			Cristal:	No
		Tapajuntas y galces:	de MDF			Tapajuntas y galces:	de MDF
		Apertura:	Abatible con 3 puntos de anclaje			Apertura:	Abatible
		Tirador y herrajes:	Manivela de escudo largo (acabado negro brillo)			Tirador y herrajes:	Manivela de acero Escudo de roseta
		Accesorios:	Mirilla y cerradura de seguridad			Accesorios:	No

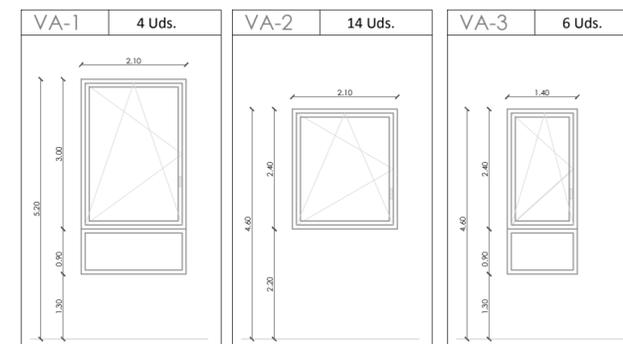
CARPINTERÍA METÁLICA

PUERTAS CORTAFUEGOS

PC-1	2 Uds.	Definición:	PC-2	1 Ud.	Definición:
		Puerta metálica de acero galvanizado, acabado lacado en color blanco, modelo A700, ventilada, ensamblada de Andreu. Formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor con interior de combinación de polímeros (E:38 mm) con tirador de resina y cerradura de seguridad. Protección contra fuego EI2 30-C5.			Puerta metálica de dos hojas de acero galvanizado, acabado lacado en color blanco, modelo A700, ventilada, ensamblada de Andreu. Formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor con interior de combinación de polímeros (E:38 mm) con tirador de resina y cerradura de seguridad. Protección contra fuego EI2 30-C5.

CARPINTERÍA METÁLICA

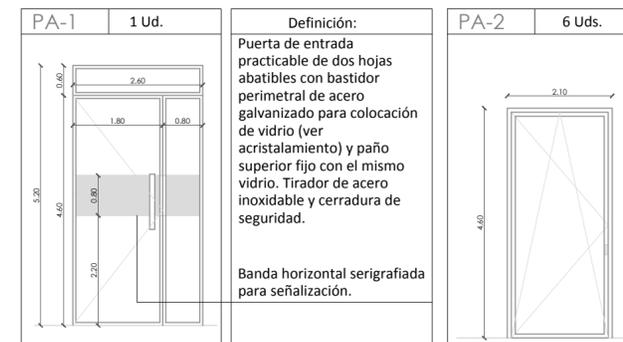
VENTANAS



Material / Gama:	Aluminio / Básico
Acabado:	Lacado color blanco
Marco:	Sin rotura de puente térmico
Premarco:	Sin premarco
Apertura:	Abisagrada, oscilobatiente
Cierre:	3 puntos de cierre
Ocultación solar:	Cajón de persiana (monoblock) térmico, acabado color blanco, de dimensiones 166x170 mm, con lamas de aluminio inyectado, color blanco, de 33 mm de espesor. Accionamiento mediante cinta y recogedor.
Acristalamiento:	Ver plano

CARPINTERÍA METÁLICA

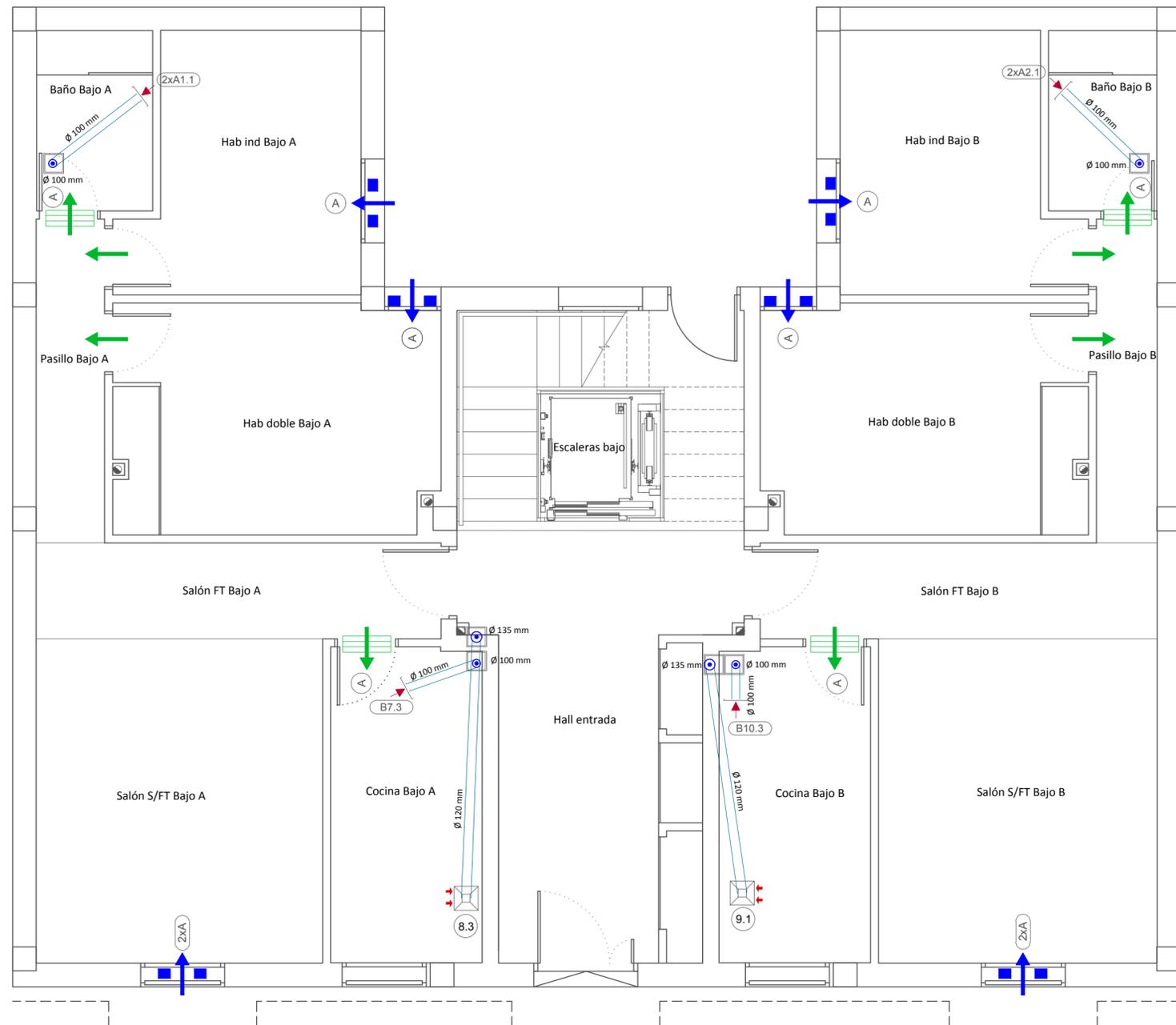
PUERTAS



Material / Gama:	Aluminio / Básico
Acabado:	Lacado color blanco
Marco:	Sin rotura de puente térmico
Premarco:	Sin premarco
Apertura:	Abisagrada, oscilobatiente
Cierre:	3 puntos de cierre
Ocultación solar:	Cajón de persiana (monoblock) térmico, acabado color blanco, de dimensiones 166x170 mm, con lamas de aluminio inyectado, color blanco, de 33 mm de espesor. Accionamiento mediante cinta y recogedor.
Acristalamiento:	Ver plano

Proyecto	Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.	Fecha	Mayo 2021
Nº de plano	09	Escala	S/E
	Cerramientos - carpinterías.	Autor	M. J. M. J.

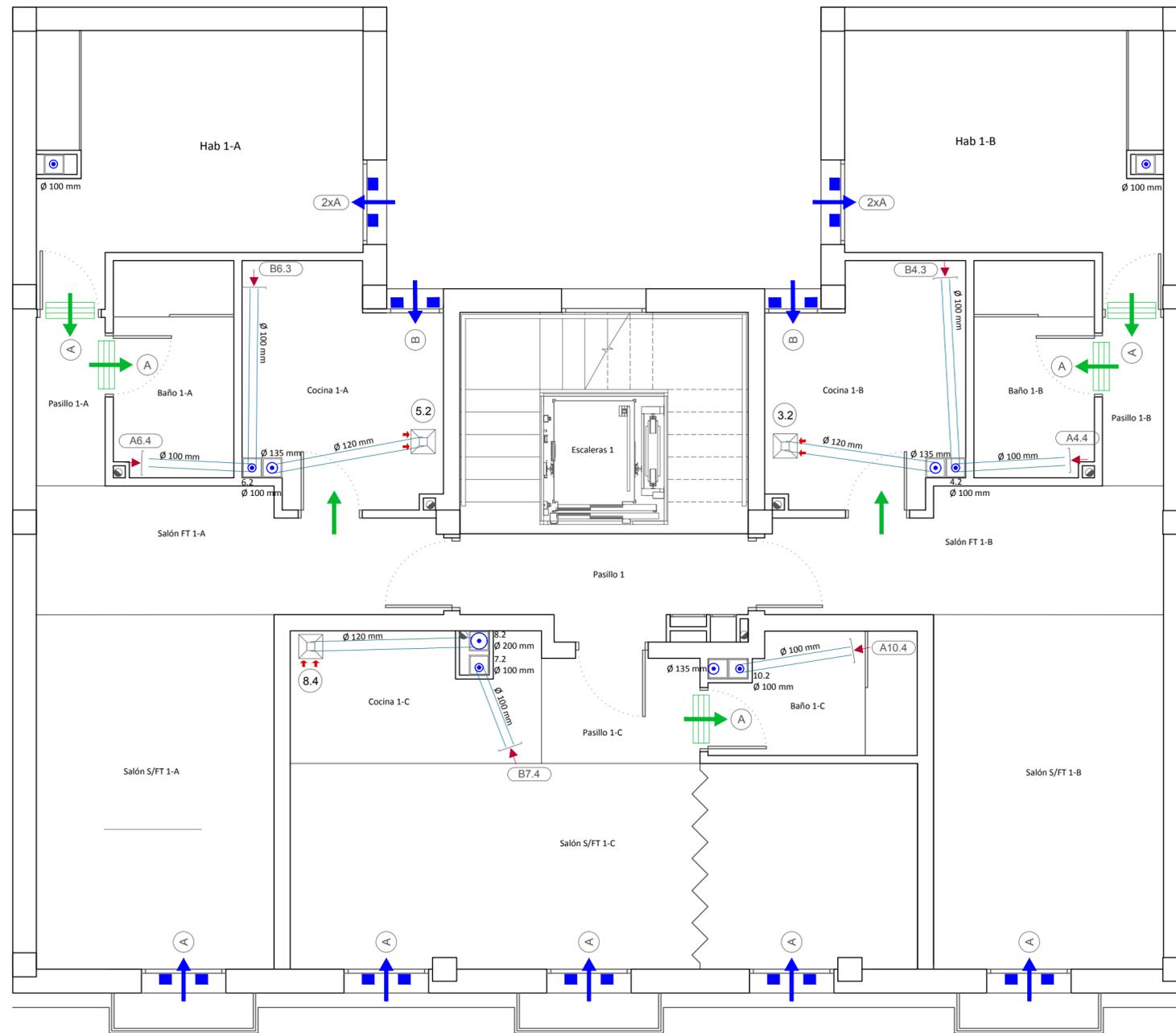




Simbología	
	Extractor para ventilación adicional en cocinas, con conducto de conexión de Ø 120 mm
	Abertura de extracción en baños y aseos a través de conducto. Abertura rectangular tipo A (150x33x150 mm)
	Abertura de extracción en cocinas a través de conducto. Abertura circular tipo B (Ø 125 mm)
	Aireador vertical en carpintería, tipo A (312x100x40 mm)
	Aireador vertical en carpintería, tipo B (312x80x12 mm)
	Rejilla de paso, tipo A (200x100 mm)
	Paso de aire por la holgura
	Conducto de extracción del aire, vertical, colectivo (ver diámetros en el plano)
	Conducto de extracción del aire, horizontal, individual (ver diámetros en el plano)

Materiales utilizados para los conductos	
Sistema de ventilación adicional en cocinas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Sistema de ventilación mecánica en viviendas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Nota: ver los diámetros de los conductos en el plano	

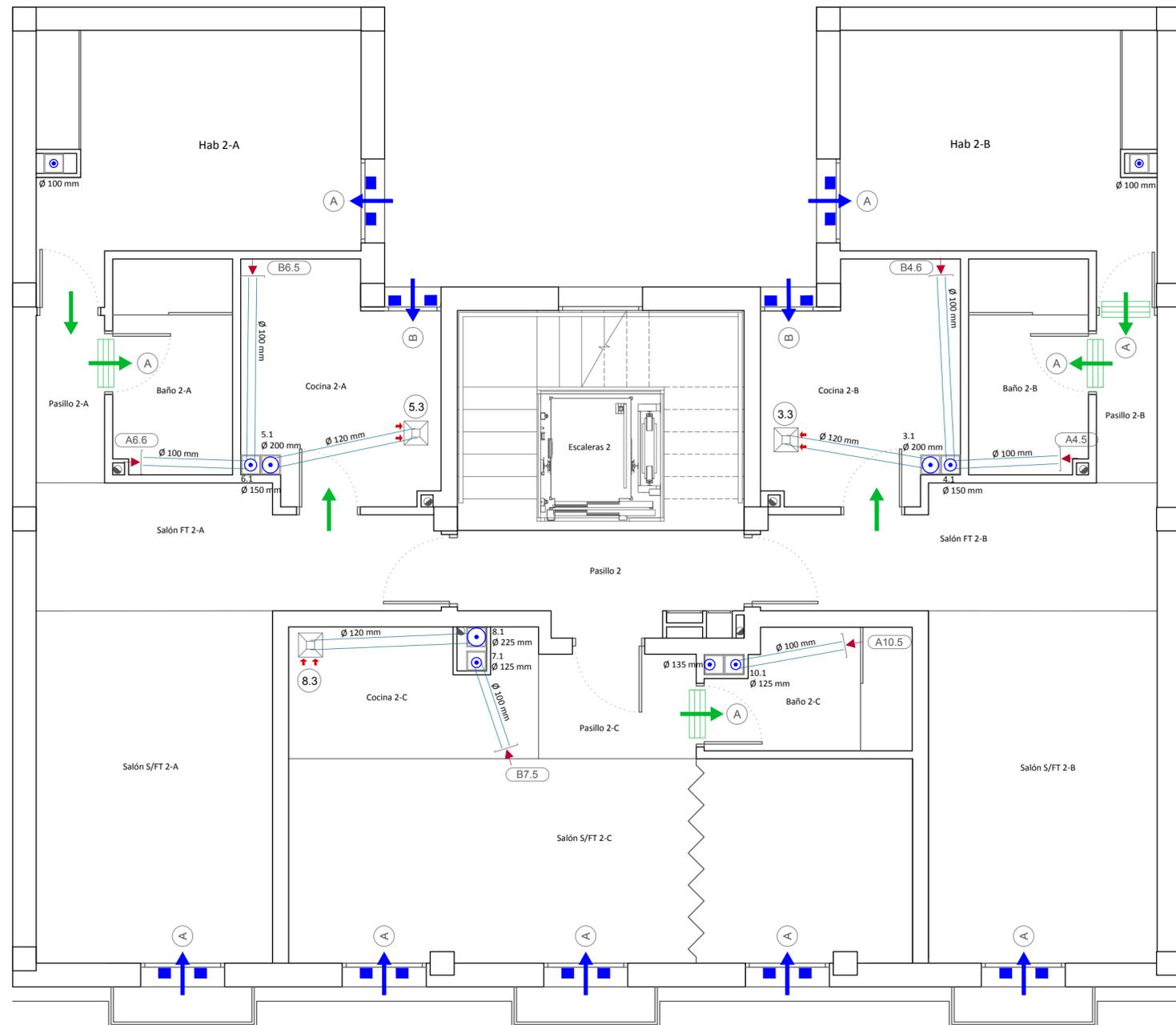
Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.		 Fecha Mayo 2021
Nº de plano 10	Instalación de ventilación - planta baja.	Autor Escala 1:50



Simbología	
	Extractor para ventilación adicional en cocinas, con conducto de conexión de \varnothing 120 mm
	Abertura de extracción en baños y aseos a través de conducto. Abertura rectangular tipo A (150x33x150 mm)
	Abertura de extracción en cocinas a través de conducto. Abertura circular tipo B (\varnothing 125 mm)
	Aireador vertical en carpintería, tipo A (312x100x40 mm)
	Aireador vertical en carpintería, tipo B (312x80x12 mm)
	Rejilla de paso, tipo A (200x100 mm)
	Paso de aire por la holgura
	Conducto de extracción del aire, vertical, colectivo (ver diámetros en el plano)
	Conducto de extracción del aire, horizontal, individual (ver diámetros en el plano)

Materiales utilizados para los conductos	
Sistema de ventilación adicional en cocinas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Sistema de ventilación mecánica en viviendas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Nota: ver los diámetros de los conductos en el plano	

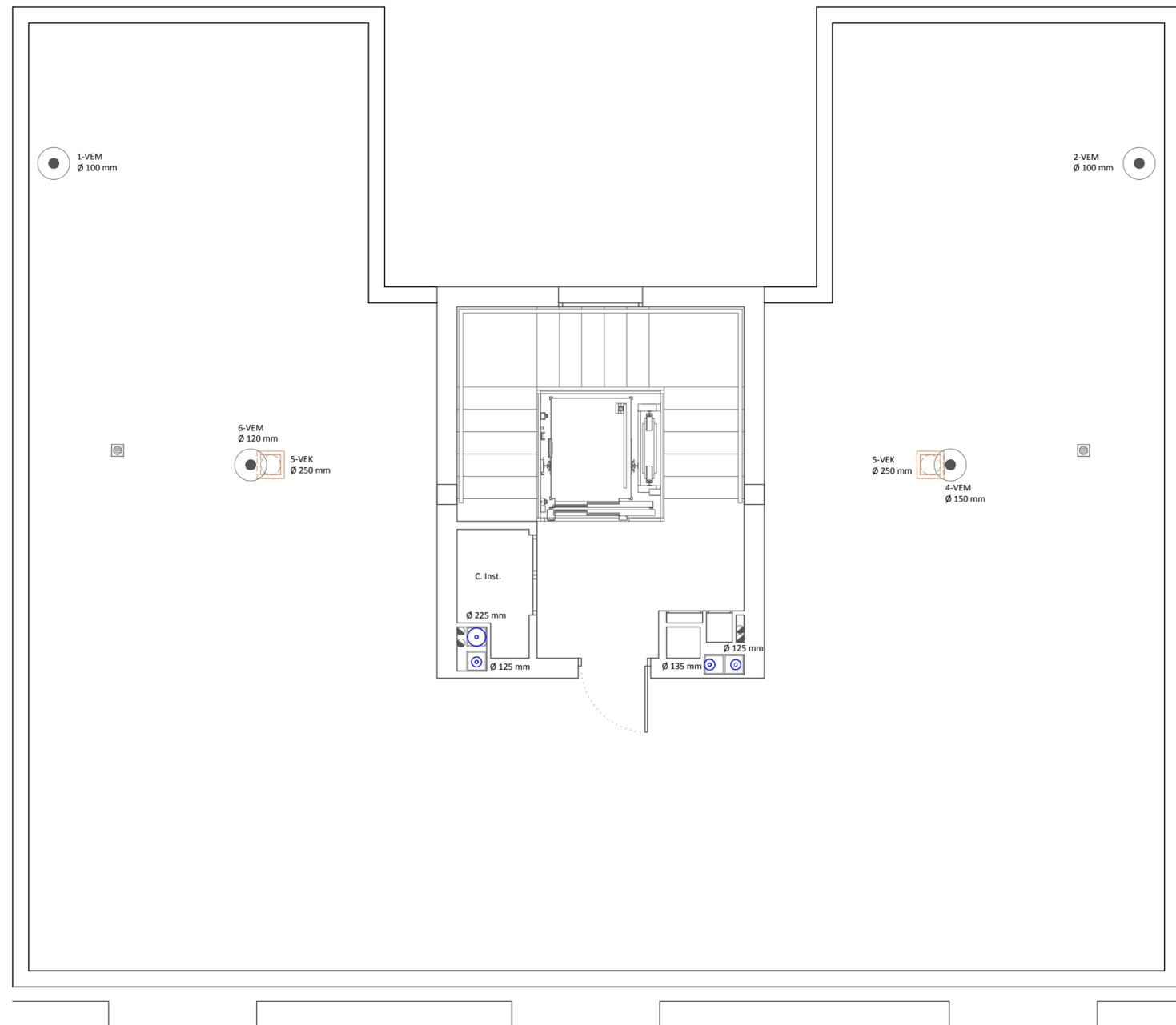
Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.		 Fecha Mayo 2021
Nº de plano 11	Instalación de ventilación - planta 1.	Autor
Escala 1:50		Fecha Mayo 2021



Simbología	
	Extractor para ventilación adicional en cocinas, con conducto de conexión de Ø 120 mm
	Abertura de extracción en baños y aseos a través de conducto. Abertura rectangular tipo A (150x33x150 mm)
	Abertura de extracción en cocinas a través de conducto. Abertura circular tipo B (Ø 125 mm)
	Aireador vertical en carpintería, tipo A (312x100x40 mm)
	Aireador vertical en carpintería, tipo B (312x80x12 mm)
	Rejilla de paso, tipo A (200x100 mm)
	Paso de aire por la holgura
	Conducto de extracción del aire, vertical, colectivo (ver diámetros en el plano)
	Conducto de extracción del aire, horizontal, individual (ver diámetros en el plano)

Materiales utilizados para los conductos	
Sistema de ventilación adicional en cocinas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Sistema de ventilación mecánica en viviendas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Nota: ver los diámetros de los conductos en el plano	

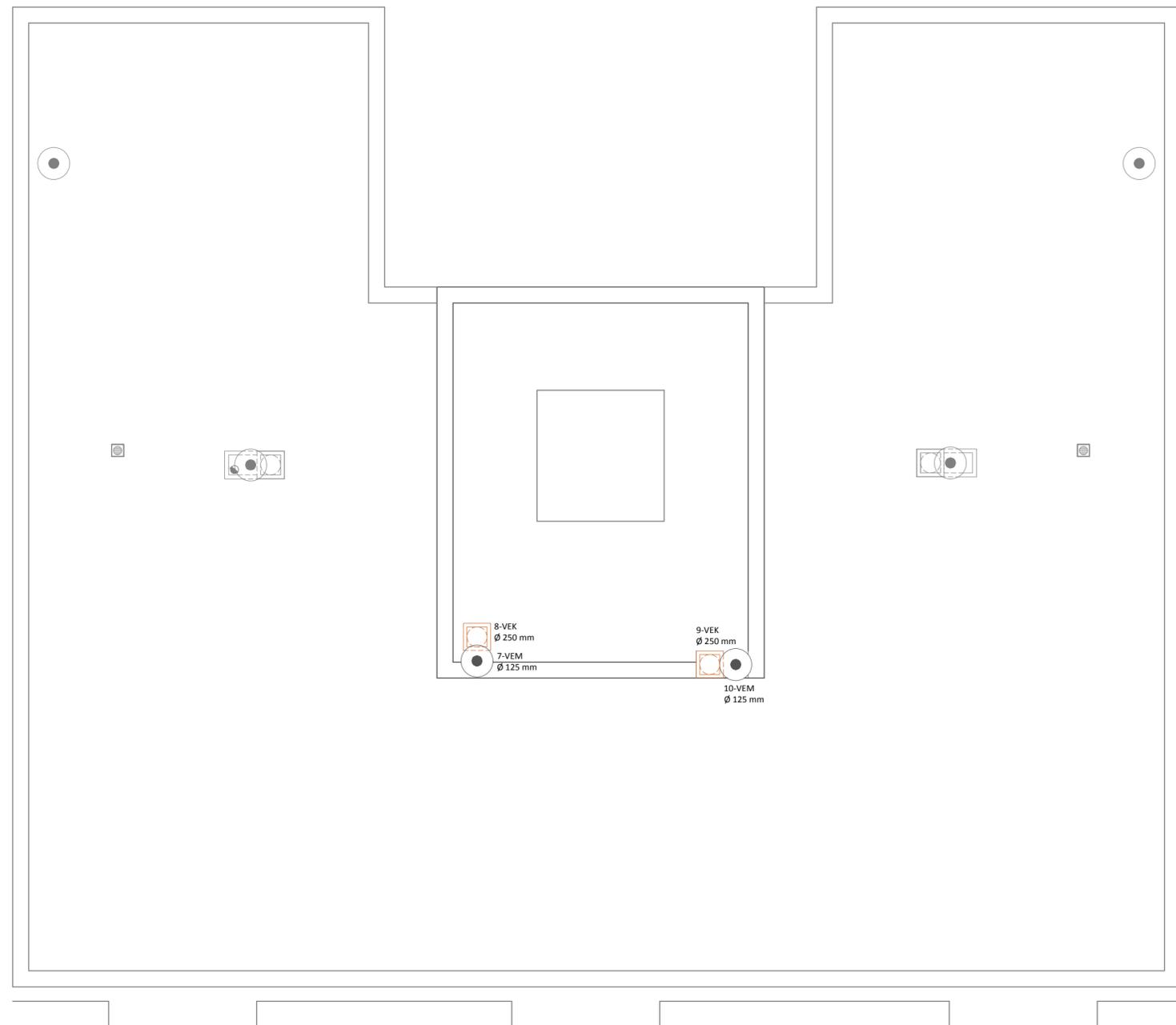
Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.		Fecha Mayo 2021	
Nº de plano 12	Instalación de ventilación - planta 2.		Escala 1:50



Simbología	
	Aspirador para ventilación mecánica (VEM)
	Aspirador para ventilación adicional en cocinas (VEK)
	Conducto de extracción del aire, vertical, colectivo (ver diámetros en el plano)

Materiales utilizados para los conductos	
Sistema de ventilación adicional en cocinas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Sistema de ventilación mecánica en viviendas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Nota: ver los diámetros de los conductos en el plano	

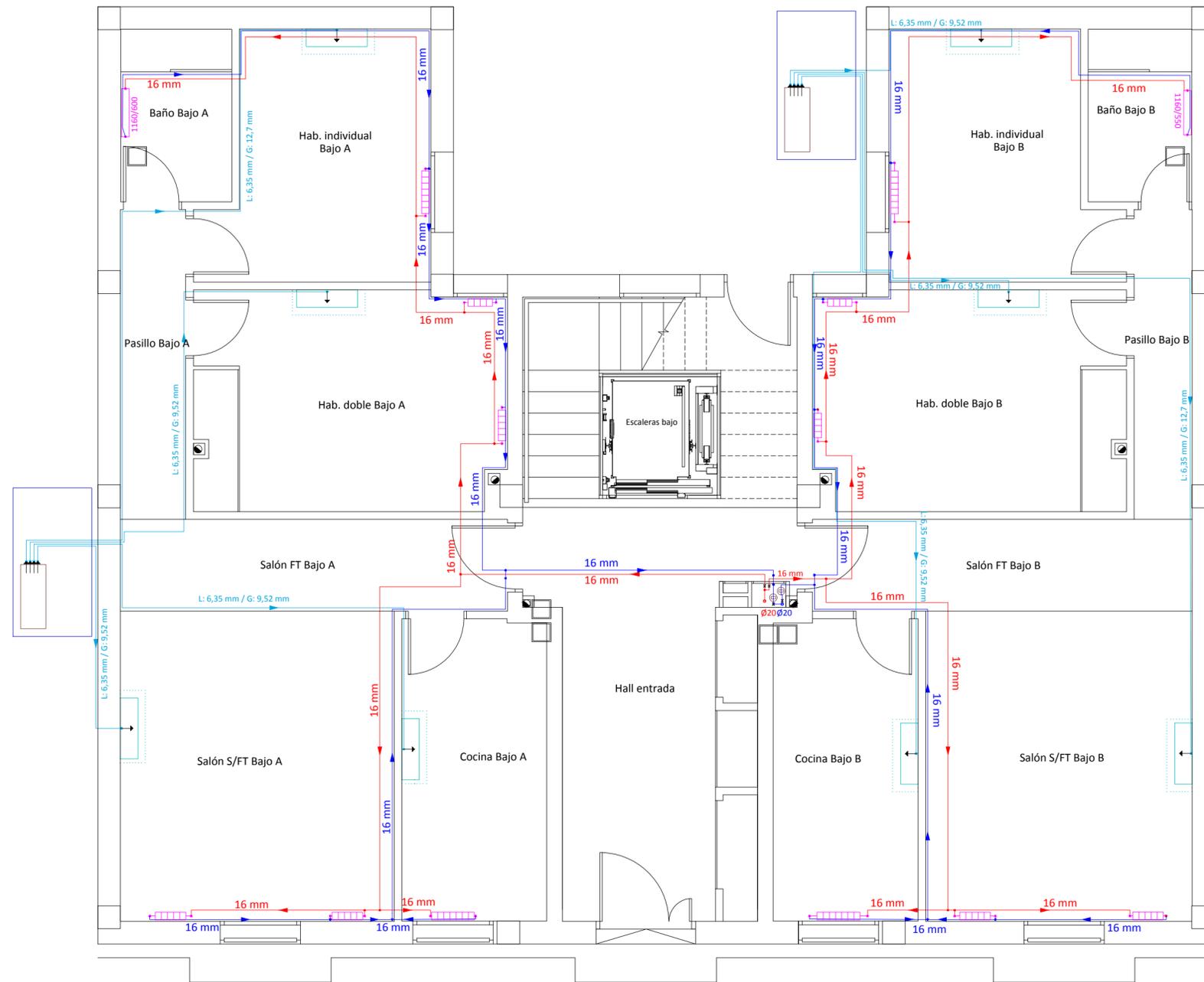
Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Fecha Mayo 2021
Nº de plano 13	Instalación de ventilación - casetón.	Escala 1:50	Autor



Simbología	
	Aspirador para ventilación mecánica (VEM)
	Aspirador para ventilación adicional en cocinas (VEK)

Materiales utilizados para los conductos	
Sistema de ventilación adicional en cocinas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Sistema de ventilación mecánica en viviendas	
Individual	Conducto de chapa de acero galvanizado
Colectivo	Conducto de chapa de acero galvanizado
Nota: ver los diámetros de los conductos en el plano	

Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Fecha Mayo 2021
Nº de plano 14	Instalación de ventilación - cubierta.	Escala 1:50	Autor



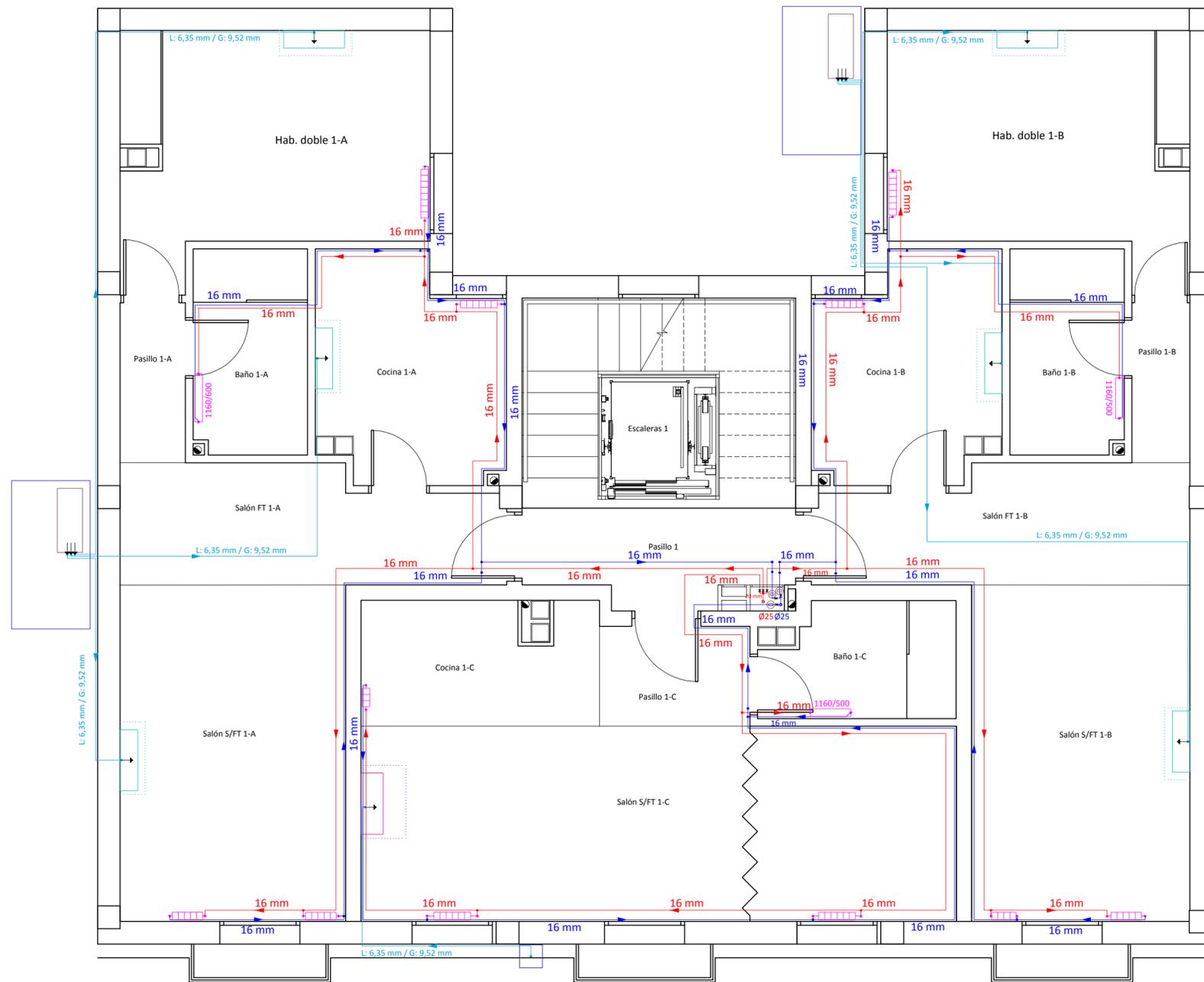
Simbología

	Unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 4x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-4F72VF "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 7,2 kW (3,7-8,8 kW), potencia calorífica nominal 8,6 kW (3,4-10,7 kW), con compresor con tecnología Inverter, de 710x840x330 mm, nivel sonoro 48 dBA y caudal de aire 2124 m³/h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x4/12,7x1+9,52x3 mm.
	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-BT20VGK "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,5-2,9 kW), potencia calorífica nominal 2,5 kW (0,7-3,2 kW), de 280x838x235 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 19 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 654 m³/h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface.
	Línea frigorífica doble, realizada con tubería flexible 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. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x4/12,7x1+9,52x3 mm.
	Radiador de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C, formado por elementos de 880x80x100 mm, con frontal plano, con una emisión calorífica de 80,8 W cada uno, según UNE-EN 442-1. Ver el número de elementos de cada radiador en el plano.
	Radiador Cool toallero tubular de aluminio acabado blanco, para cuartos de baño, gama básica. Modelos: ver en el plano. Potencia de cada radiador según modelo, para un salto térmico de 29 °C. - 1160/500 : 1152x528x26 mm, 275,76 W. - 1160/550 : 1152x578x26 mm, 297,35 W. - 1160/600 : 1156x628x26 mm, 318,79 W.
	Tuberías de distribución de agua fría y caliente de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Llave de corte general para aislar las viviendas de la instalación de calefacción.
	Contador de caudal para calefacción.

Nota 1: Las tuberías de distribución de agua de calefacción se encuentran empotradas en el suelo. Cuando dos tuberías de calefacción se cruzan, la tubería que lleva el fluido más frío siempre se encuentra a un nivel más bajo con el fin de evitar condensaciones.

Nota 2: Las líneas frigoríficas se encuentran a la altura del techo, escondidas por el falso techo si lo hay o protegidas por una canaleta en caso de no haber falso techo.

Proyecto			Fecha	
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021	
Nº de plano	15	Instalación de climatización basada en energías tradicionales - planta baja.	Escala	Autor
			1:50	Maya S... <i>[Signature]</i>



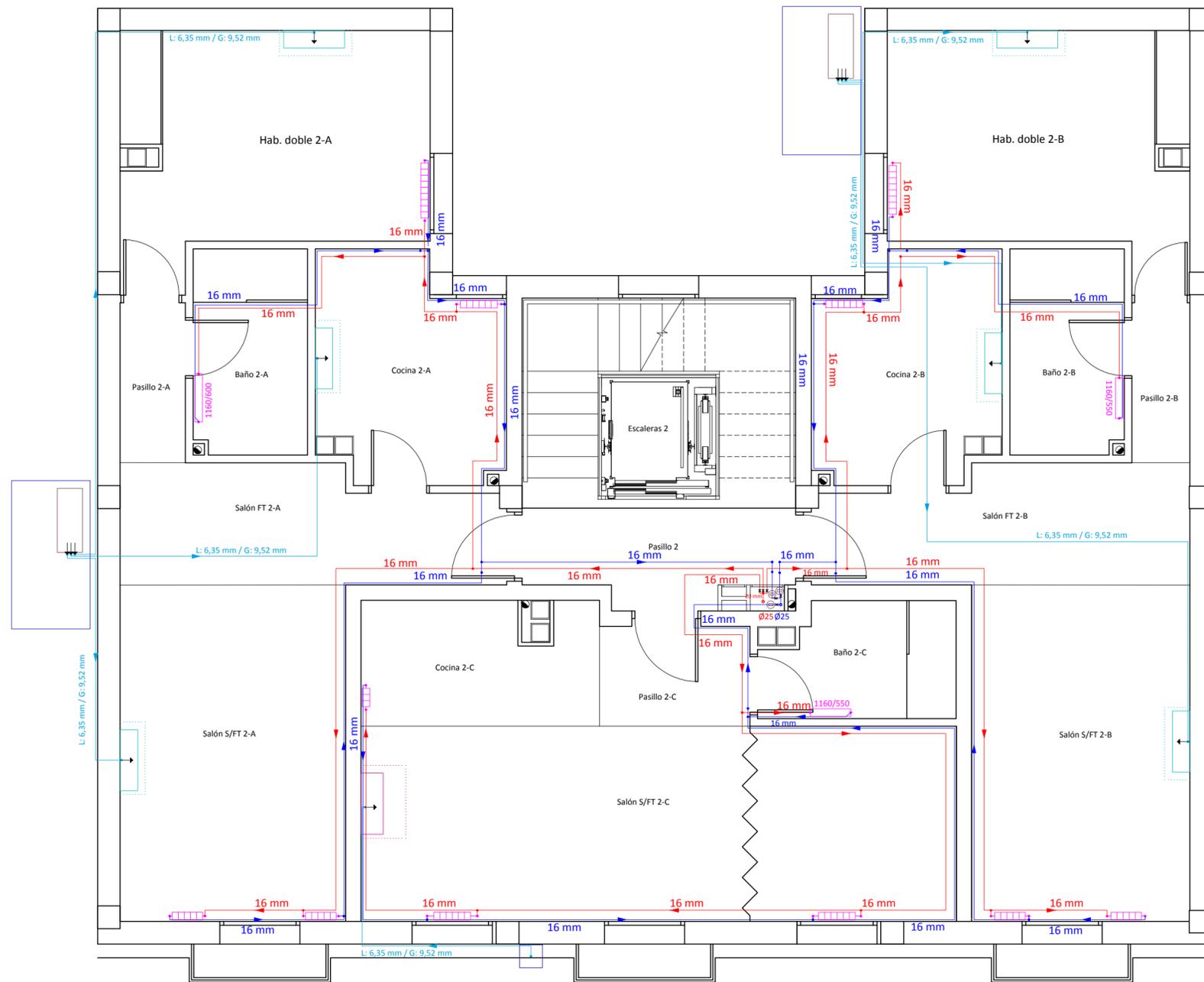
Simbología

	unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 3x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-3F54VF "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 5,4 kW (2,9-6,8 kW), potencia calorífica nominal 7 kW (2,6-9 kW), con compresor con tecnología Inverter, de 710x840x330 mm, nivel sonoro 46 dBA y caudal de aire 1860 m³/h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x3/9,52x3 mm.
	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-BT20VGK "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,5-2,9 kW), potencia calorífica nominal 2,5 kW (0,7-3,2 kW), de 280x838x235 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 19 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 654 m³/h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface.
	unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire split 1x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230/50Hz), modelo MSZ-AP20VG "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,9-3 kW), potencia calorífica nominal 2,5 kW (1-3,5kW), de 250x760x178 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 21 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 414 m³/h, con filtro alergénico, filtro desodorizante fotocatalítico y control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface.
	unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, para gas R32, bomba de calor con tecnología DC PAM Hyper Inverter, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MUZ-AP20VG "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,9-3 kW), potencia calorífica nominal 2,5 kW (1-3,5 kW). Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x1/9,52x1 mm.
	Línea frigorífica doble, realizada con tubería flexible 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. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x3/9,52x3 mm.
	Radiador de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C, formado por elementos de 880x80x100 mm, con frontal plano, con una emisión calorífica de 80,8 W cada uno, según UNE-EN 442-1. Ver el número de elementos de cada radiador en el plano.
	Radiador Cool toallero tubular de aluminio acabado blanco, para cuartos de baño, gama básica. Modelos: ver en el plano. Potencia de cada radiador según modelo, para un salto térmico de 29 °C. - 1160/500 : 1152x528x26 mm, 275,76 W. - 1160/550 : 1152x578x26 mm, 297,35 W. - 1160/600 : 1156x628x26 mm, 318,79 W.
	Tuberías de distribución de agua fría y caliente de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Llave de corte general para aislar las viviendas de la instalación de calefacción.
	Contador de caudal para calefacción.

Nota 1: Las tuberías de distribución de agua de calefacción se encuentran empotradas en el suelo. Cuando dos tuberías de calefacción se cruzan, la tubería que lleva el fluido más frío siempre se encuentra a un nivel más bajo con el fin de evitar condensaciones.

Nota 2: Las líneas frigoríficas se encuentran a la altura del techo, escondidas por el falso techo si lo hay o protegidas por una canaleta en caso de no haber falso techo.

Proyecto			Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021
Nº de plano	16	Instalación de climatización basada en energías tradicionales - planta 1.	Escala
1:50			Autor



Simbología

	unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire multi-split 3x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MXZ-3F54VF "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 5,4 kW (2,9-6,8 kW), potencia calorífica nominal 7 kW (2,6-9 kW), con compresor con tecnología Inverter, de 710x840x330 mm, nivel sonoro 46 dBA y caudal de aire 1860 m³/h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x3/9,52x3 mm.
	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire multi-split, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MSZ-BT20VGK "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,5-2,9 kW), potencia calorífica nominal 2,5 kW (0,7-3,2 kW), de 280x838x235 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 19 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 654 m³/h, con filtro enzimático y filtro desodorizante, control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface.
	unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema aire-aire split 1x1, para gas R32, bomba de calor, gama doméstica, alimentación monofásica (230/50Hz), modelo MSZ-AP20VG "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,9-3 kW), potencia calorífica nominal 2,5 kW (1-3,5kW), de 250x760x178 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 21 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 414 m³/h, con filtro alergénico, filtro desodorizante fotocatalítico y control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface.
	unidad exterior de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, para gas R32, bomba de calor con tecnología DC PAM Hyper inverter, gama doméstica, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo MUZ-AP20VG "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 2 kW (0,9-3 kW), potencia calorífica nominal 2,5 kW (1-3,5 kW). Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x1/9,52x1 mm.
	Línea frigorífica doble, realizada con tubería flexible 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. Los diámetros de las tuberías líquido/gas refrigerante son: 6,35x3/9,52x3 mm.
	Radiador de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C, formado por elementos de 880x80x100 mm, con frontal plano, con una emisión calorífica de 80,8 W cada uno, según UNE-EN 442-1. Ver el número de elementos de cada radiador en el plano.
	Radiador Cool toallero tubular de aluminio acabado blanco, para cuartos de baño, gama básica. Modelos: ver en el plano. Potencia de cada radiador según modelo, para un salto térmico de 29 °C. - 1160/500 : 1152x528x26 mm, 275,76 W. - 1160/550 : 1152x578x26 mm, 297,35 W. - 1160/600 : 1156x628x26 mm, 318,79 W.
	Tuberías de distribución de agua fría y caliente de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Llave de corte general para aislar las viviendas de la instalación de calefacción.
	Contador de caudal para calefacción.

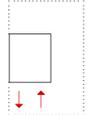
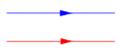
Nota 1: Las tuberías de distribución de agua de calefacción se encuentran empotradas en el suelo. Cuando dos tuberías de calefacción se cruzan, la tubería que lleva el fluido más frío siempre se encuentra a un nivel más bajo con el fin de evitar condensaciones.

Nota 2: Las líneas frigoríficas se encuentran a la altura del techo, escondidas por el falso techo si lo hay o protegidas por una canaleta en caso de no haber falso techo.

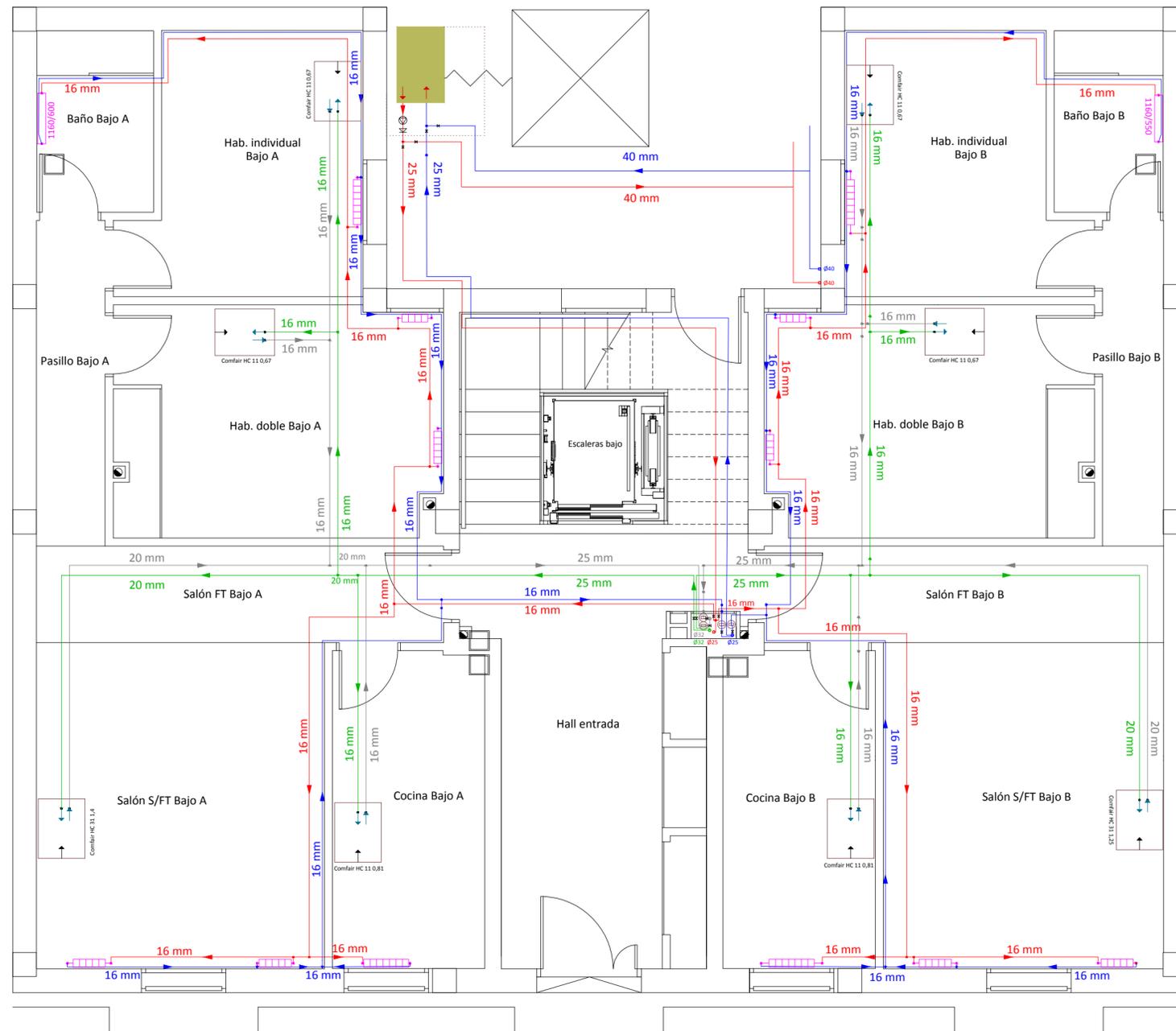
Proyecto			Fecha	
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021	
Nº de plano	17	Instalación de climatización basada en energías tradicionales - planta 2.	Esca	Autor
			1:50	



Simbología

	Caldera de condensación de gas, mural, solo para calefacción. Wolf CGB-2-20, con un rango de modulación de 4,4 kW a 20,4 kW, de dimensiones 790x440x378 mm. Potencia calorífica nominal a 60/40 °C de 20,4 kW. Eficiencia energética estacional de calefacción de 93% y una eficiencia útil a 30% de potencia calorífica nominal de 97,7%.
	Electrobomba centrífuga de recirculación de agua, Baxi Quantum ECO 32, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW e IEEs0,23. Con caudal máximo de 7 m³/h, altura máxima 7 mca, rango de temperatura -10 - 100 °C, presión máxima de trabajo 10 bar.
	Tuberías de distribución de agua fría y caliente de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores. Las tuberías superficiales colocadas en el exterior del edificio se encuentran protegidas contra las acciones del clima con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora de color blanco.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Válvula antirretorno.

<i>Proyecto</i> Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.		 UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	<i>Fecha</i> Mayo 2021
<i>Nº de plano</i> 18	Instalación de climatización basada en energías tradicionales - casetón.	<i>Escala</i> 1:50	<i>Autor</i> 

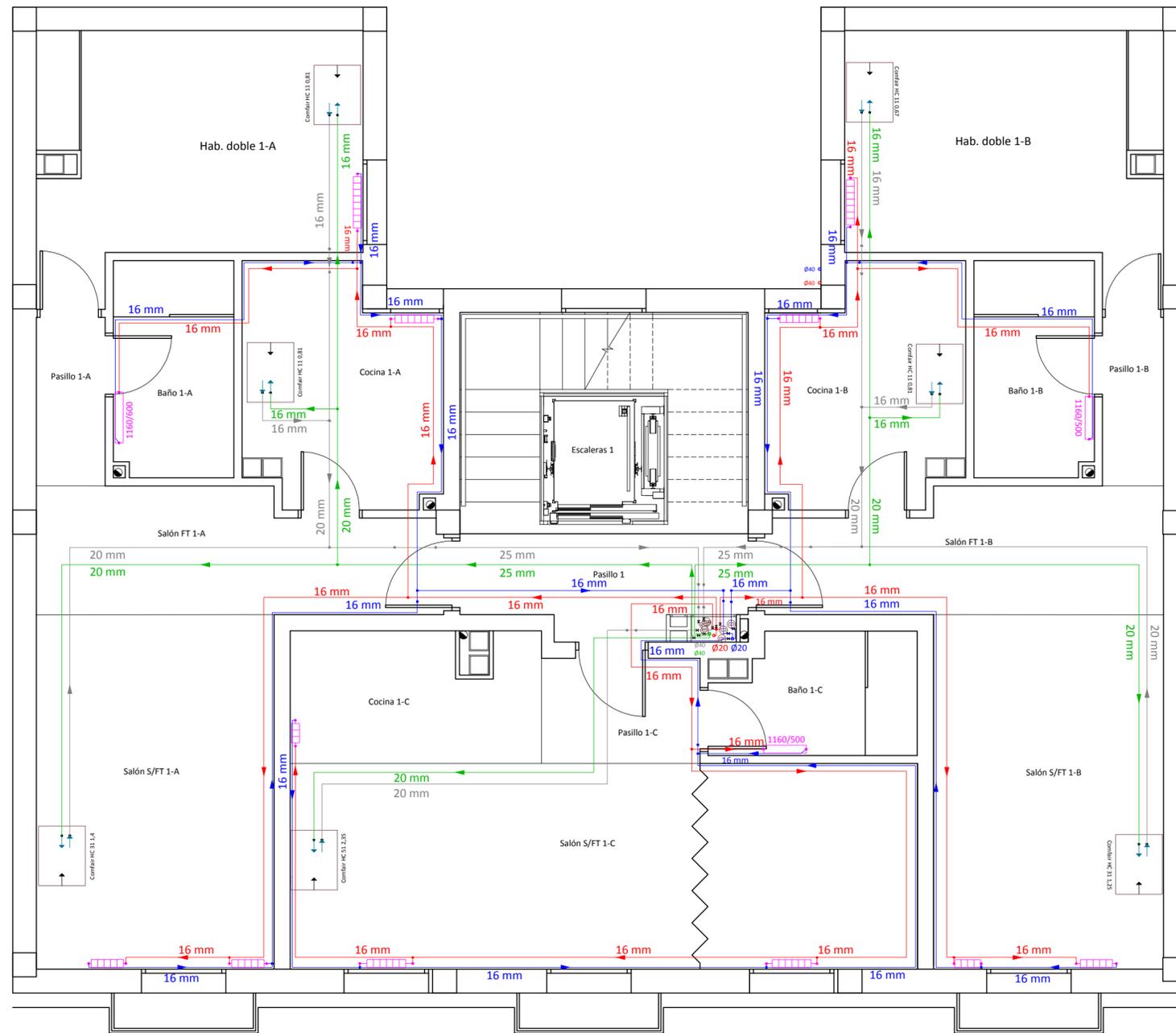


Simbología

	Caldera de biomasa para la combustión de pellets, Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60, modelo 45, con potencia térmica modulante 13-45 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1730x986x1000 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza. Consumo de pellet modulante en función de la temperatura seleccionada y alcanzada.
	Fancoil horizontal con envolvente, con impulsión horizontal y retorno vertical con deflector, "LENNOX", sistema de dos tubos, con potencias variables (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 10°C, salto térmico: 5°C), velocidades variables, con válvula de tres vías con bypass, con actuador, para la batería de frío. Potencia según modelo. Ver modelo en el plano. - Comfair HC 11 0,67 : 0,57 kW. - Comfair HC 11 0,81 : 0,84 kW. - Comfair HC 31 1,25 : 1,27 kW. - Comfair HC 31 1,40 : 1,42 kW. - Comfair HC 51 2,35 : 2,27 kW.
	Tuberías de distribución de agua de refrigeración (impulsión y retorno) formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 27 mm para tuberías interiores, 29 mm para tuberías exteriores.
	Radiador de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C, formado por elementos de 880x80x100 mm, con frontal plano, con una emisión calorífica de 80,8 W cada uno, según UNE-EN 442-1. Ver el número de elementos de cada radiador en el plano. - 1160/500 : 1152x528x26 mm, 275,76 W. - 1160/550 : 1152x578x26 mm, 297,35 W. - 1160/600 : 1156x628x26 mm, 318,79 W.
	Tuberías de distribución de agua fría y caliente de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 27 mm para tuberías interiores, 29 mm para tuberías exteriores.
	Llave de corte general para aislar las viviendas de la instalación de calefacción.
	Contador de caudal para calefacción y refrigeración.
	Electrobomba centrífuga de recirculación de agua, Baxi Quantum ECO 32, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW e IEEs0,23. Con caudal máximo de 7 m³/h, altura máxima 7 mca, rango de temperatura -10 - 100 °C, presión máxima de trabajo 10 bar.
	Válvula antirretorno.
	Silo de pellets Herz modelo 19 (Fig. 19b), metálico, con dimensiones 1,7x1,7 m, con altura regulable de 1,8 a 2,5 m con capacidad máxima de 3,2 t. Extracción de biocombustible mediante un transportador helicoidal sinfin flexible para depósito prefabricado metálico. La distancia entre el punto de extracción del silo y el punto de alimentación de la calera de 1 m.

Nota 1: Las tuberías de distribución de agua de calefacción y refrigeración se encuentran empotradas en el suelo. Cuando dos tuberías de se cruzan, la tubería que lleva el fluido más frío siempre se encuentra a un nivel más bajo con el fin de evitar condensaciones.

Proyecto			Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización.			Mayo 2021
Nº de plano	Instalación de climatización basada en energías renovables - planta baja.	Escala	Autor
19		1:50	Maya S. López

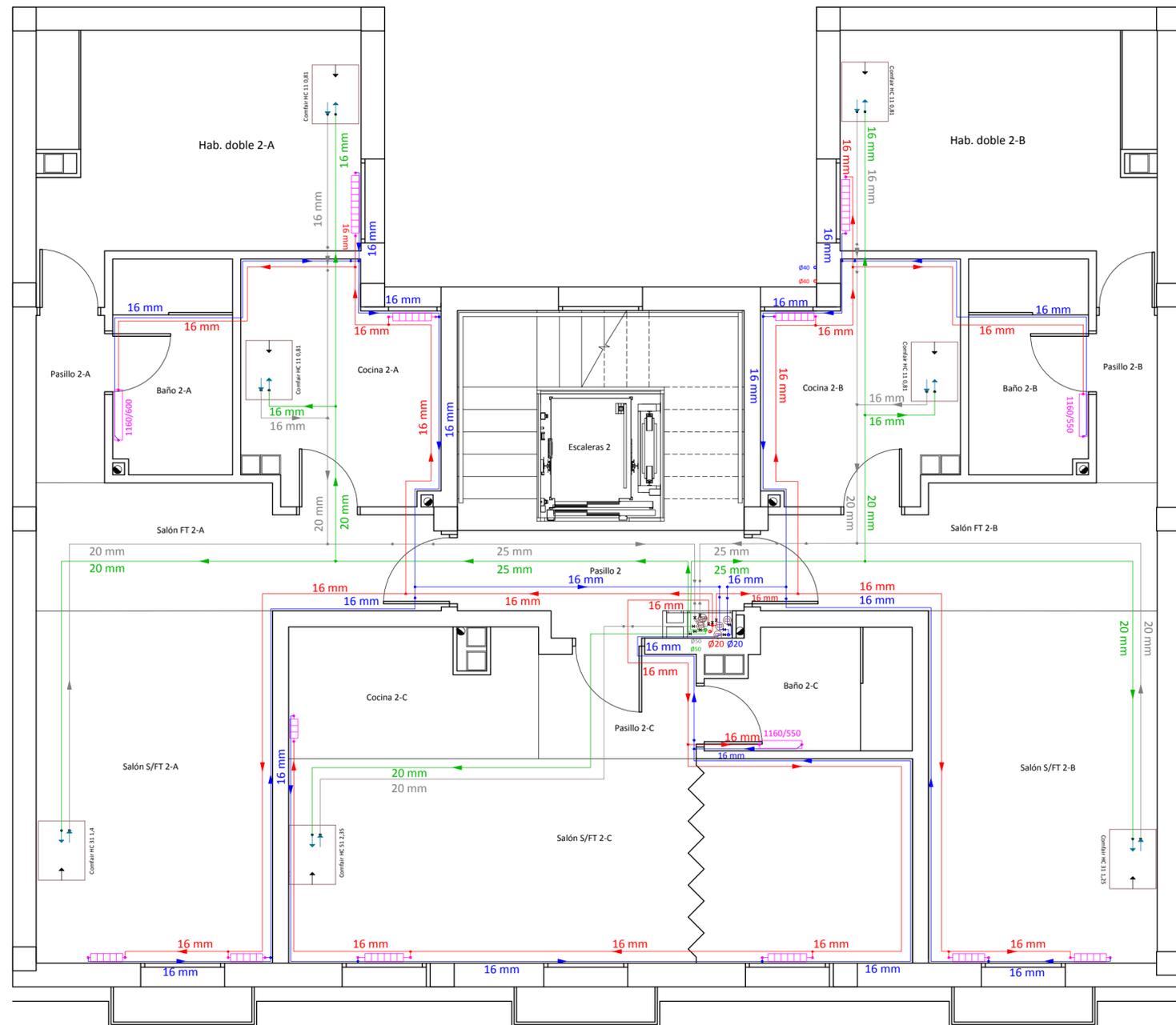


Simbología

	Fancoil horizontal con envolvente, con impulsión horizontal y retorno vertical con deflector, "LENNOX", sistema de dos tubos, con potencias variables (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 10°C, salto térmico: 5°C), velocidades variables, con válvula de tres vías con bypass, con actuador, para la batería de frío. Potencia según modelo. Ver modelo en el plano. - Comfair HC 11 0,67 : 0,57 kW. - Comfair HC 11 0,81 : 0,84 kW. - Comfair HC 11 1,25 : 1,27 kW. - Comfair HC 31 1,40 : 1,42 kW. - Comfair HC 51 2,35 : 2,27 kW.
	Tuberías de distribución de agua de refrigeración (impulsión y retorno) formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 27 mm para tuberías interiores, 29 mm para tuberías exteriores.
	Radiador de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C, formado por elementos de 880x80x100 mm, con frontal plano, con una emisión calorífica de 80,8 W cada uno, según UNE-EN 442-1. Ver el número de elementos de cada radiador en el plano.
	Radiador Cool toallero tubular de aluminio acabado blanco, para cuartos de baño, gama básica. Modelos: ver en el plano. Potencia de cada radiador según modelo, para un salto térmico de 29 °C. - 1160/500 : 1152x528x26 mm, 275,76 W. - 1160/550 : 1152x578x26 mm, 297,35 W. - 1160/600 : 1156x628x26 mm, 318,79 W.
	Tuberías de distribución de agua fría y caliente de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Llave de corte general para aislar las viviendas de la instalación de calefacción.
	Contador de caudal para calefacción.

Nota 1: Las tuberías de distribución de agua de calefacción y refrigeración se encuentran empotradas en el suelo. Cuando dos tuberías de se cruzan, la tubería que lleva el fluido más frío siempre se encuentra a un nivel más bajo con el fin de evitar condensaciones.

Proyecto			Fecha
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización			Mayo 2021
Nº de plano	Instalación de climatización basada en energías renovables - planta 1.	Escala	Autor
20		1:50	Maya S...

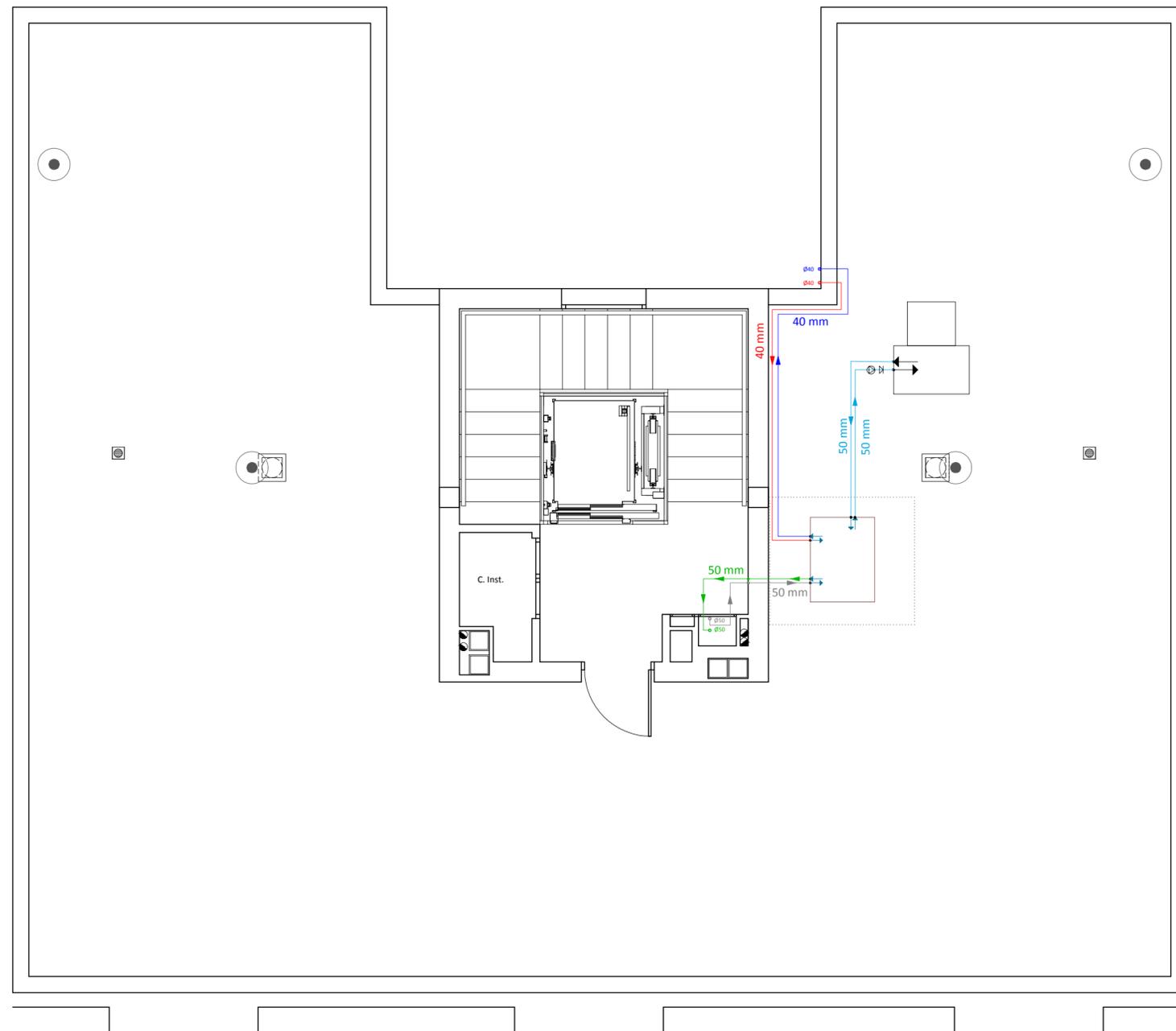


Simbología

	Fancoil horizontal con envolvente, con impulsión horizontal y retorno vertical con deflector, "LENNOX", sistema de dos tubos, con potencias variables (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 10°C, salto térmico: 5°C), velocidades variables, con válvula de tres vías con bypass, con actuador, para la batería de frío. Potencia según modelo. Ver modelo en el plano. - Comfair HC 11 0,67 : 0,57 kW. - Comfair HC 11 0,81 : 0,84 kW. - Comfair HC 11 1,25 : 1,27 kW. - Comfair HC 31 1,40 : 1,42 kW. - Comfair HC 51 2,35 : 2,27 kW.
	Tuberías de distribución de agua de refrigeración (impulsión y retorno) formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 27 mm para tuberías interiores, 29 mm para tuberías exteriores.
	Radiador de aluminio inyectado Ferroli Europa 900 C, formado por elementos de 880x80x100 mm, con frontal plano, con una emisión calorífica de 80,8 W cada uno, según UNE-EN 442-1. Ver el número de elementos de cada radiador en el plano.
	Radiador Cool toallero tubular de aluminio acabado blanco, para cuartos de baño, gama básica. Modelos: ver en el plano. Potencia de cada radiador según modelo, para un salto térmico de 29 °C. - 1160/500 : 1152x528x26 mm, 275,76 W. - 1160/550 : 1152x578x26 mm, 297,35 W. - 1160/600 : 1156x628x26 mm, 318,79 W.
	Tuberías de distribución de agua fría y caliente de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.
	Llave de corte general para aislar las viviendas de la instalación de calefacción.
	Contador de caudal para calefacción.

Nota 1: Las tuberías de distribución de agua de calefacción y refrigeración se encuentran empotradas en el suelo. Cuando dos tuberías de se cruzan, la tubería que lleva el fluido más frío siempre se encuentra a un nivel más bajo con el fin de evitar condensaciones.

Proyecto		Fecha Mayo 2021
Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización		
Nº de plano	Instalación de climatización basada en energías renovables - planta 2.	Escala 1:50 Autor
21		



Simbología

	<p>Enfriador por adsorción con gel de silicio-agua Fahrenheit eCoo 20 con tecnología de control variable, interconectable con otros sistemas, uso de energía limpia con agua como refrigerante, de dimensiones 875x1465x2003 mm, potencia frigorífica 33,4 kW, COP 0,65. Conexiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agua caliente: 40 mm. - Agua refrigerada: 50 mm. - Agua fría: 40 mm.
	<p>Torre de refrigeración de circuito abierto Indumec APAREL serie TC-021 PFV (Fig. 21), de tiro forzado con ventilador centrífugo, con relleno formado por láminas onduladas de PVC y un separador de gotas de PVC con cerco de acero inoxidable, de dimensiones 660x1145x1400. Peso en vacío 118 kg, peso en carga 188 kg.</p>
	<p>Tuberías de distribución de agua de refrigeración (impulsión y retorno) formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 27 mm para tuberías interiores, 29 mm para tuberías exteriores.</p>
	<p>Tuberías de distribución de agua refrigerada (impulsión y retorno) desde la torre de refrigeración al enfriador de adsorción, formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor aislamiento 27 mm.</p>
	<p>Tuberías de distribución de agua fría y caliente para el sistema de adsorción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro de tubería: ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.</p>
	<p>Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría para el sistema de adsorción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 40 mm para tuberías interiores, 60 mm para tuberías exteriores.</p>
	<p>Tuberías verticales de distribución de agua caliente y fría de calefacción formadas por tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), HTA "JIMTEN", PN=25 atm, con aislamiento Amagel A2 450 compuesto por base flexible de fibras de vidrio y una alta concentración de aerogel. Diámetro tuberías ver en el plano. Espesor del aislamiento: 27 mm para tuberías interiores, 29 mm para tuberías exteriores.</p>
	<p>Electrobomba centrífuga de recirculación de agua, Baxi Quantum ECO 32, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW e IEE≤0,23. Con caudal máximo de 7 m³/h, altura máxima 7 mca, rango de temperatura -10 - 100 °C, presión máxima de trabajo 10 bar.</p>
	<p>Válvula antirretorno.</p>

Proyecto Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización		Fecha Mayo 2021	
N° de plano 22	Instalación de climatización basada en energías renovables - casetón.		Escala 1:50

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Anexo 1 – Descripción de materiales y 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	6
1.3.- Medianerías	12
1.4.- Cubiertas	13
1.4.1.- Parte maciza de las azoteas	13
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	21
2.2.- Compartimentación interior horizontal	22
3.- MATERIALES	28



1.- SISTEMA ENVOLVENTE

1.1.- Suelos en contacto con el terreno

1.1.1.- Soleras

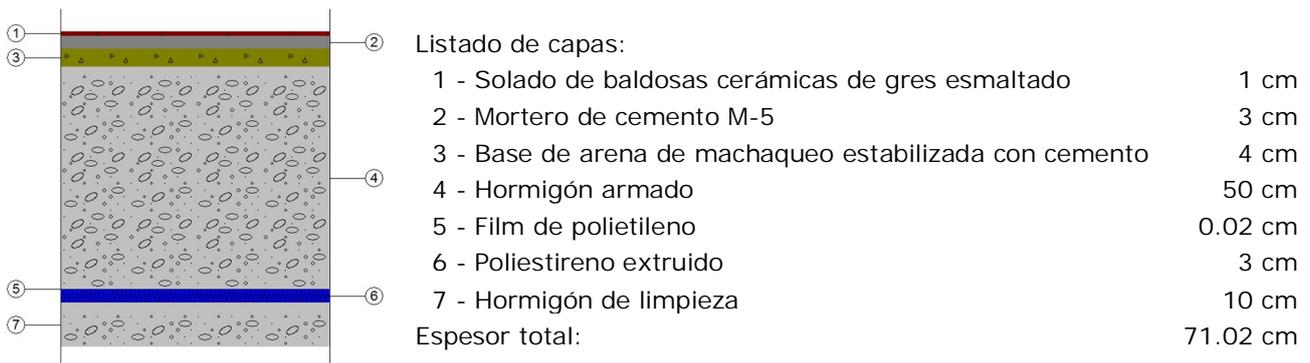
Losa de cimentación - Base de árido. Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre Superficie total
100.16 m²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 3\%$, grupo BIb, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Base para pavimento de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m³ de arena seca, en capa de 4 cm 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, sin incluir encofrado, con: AISLAMIENTO HORIZONTAL: aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,9 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 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,9 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.



Limitación de demanda energética U_s : 0.39 W/(m²·K)

(Para una solera con longitud característica $B' = 5.3$ m)

Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: 0.88 m²·K/W)

Detalle de cálculo (U_s)

Superficie del forjado, A: 159.95 m²

Perímetro del forjado, P: 60.70 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 1.20 m²·K/W

Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R_f: 0.88 m²·K/W

Espesor del aislamiento perimetral, dn: 3.00 cm

Tipo de terreno: Arena semidensa

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1656.32 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1410.18 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 77.4(-1; -7) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 53.8 dB

Losa de cimentación - Base de árido. Solado de piedra natural con mortero de cemento como material de agarre Superficie total
32.32 m²

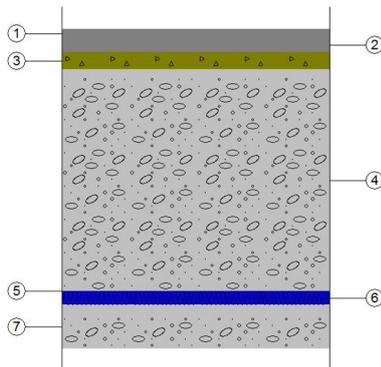


REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de mármol Blanco Macael, 60x30x2 cm, acabado pulido, recibidas con mortero de cemento M-5 y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1; **BASE DE PAVIMENTACIÓN:** Base para pavimento de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m³ de arena seca, en capa de 4 cm 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, sin incluir encofrado, con: **AISLAMIENTO HORIZONTAL:** aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,9 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 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,9 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 mármol Blanco Macael	2 cm
2 - Mortero de cemento	3.2 cm
3 - Base de arena de machaqueo estabilizada con cemento	4 cm
4 - Hormigón armado	50 cm
5 - Film de polietileno	0.02 cm
6 - Poliestireno extruido	3 cm
7 - Hormigón de limpieza	10 cm
Espesor total:	72.22 cm

Limitación de demanda energética U_s : 0.39 W/(m²·K)

(Para una solera con longitud característica $B' = 5.3$ m)

Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: 0.88 m²·K/W)

Detalle de cálculo (U_s)

Superficie del forjado, A: 159.95 m²

Perímetro del forjado, P: 60.70 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 1.20 m²·K/W

Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R_f: 0.88 m²·K/W

Espesor del aislamiento perimetral, dn: 3.00 cm

Tipo de terreno: Arena semidensa

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1689.12 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1442.98 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_{tr}): 77.8(-1; -7) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 53.4 dB

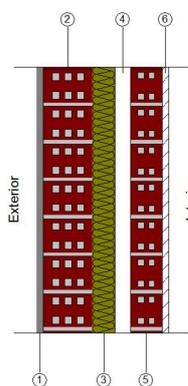
1.2.- Fachadas

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 258.77 m ²
--	---



Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada de 4 cm de espesor, 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 industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante obra de fábrica con armadura de acero corrugado; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por espuma rígida de poliuretano proyectado de 50 mm de espesor mínimo; HOJA INTERIOR: hoja de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, 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; ACABADO INTERIOR: Aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.



Listado de capas:

1 - Mortero monocapa	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
3 - Poliuretano proyectado	5 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	3.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
6 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	29.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.45 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 204.55 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 203.05 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.2(-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

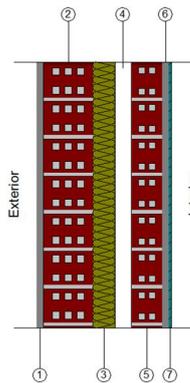
Grado de impermeabilidad alcanzado: 3

Condiciones que cumple: R1+B1+C1+J2

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada

Superficie total
27.88 m²

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada de 4 cm de espesor, 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 industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con piezas cerámicas, colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante obra de fábrica con armadura de acero corrugado; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por espuma rígida de poliuretano proyectado de 50 mm de espesor mínimo; HOJA INTERIOR: hoja de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, 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: Enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento M-5; ACABADO INTERIOR: Alicatado con azulejo acabado liso, 20x20 cm, capacidad de absorción de agua $E > 10\%$, grupo BIII, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, colocado mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci gris.



Listado de capas:

1 - Mortero monocapa	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
3 - Poliuretano proyectado	5 cm
4 - Cámara de aire sin ventilado	3.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
6 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
7 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.45 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 227.30 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 225.80 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 49.2(-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

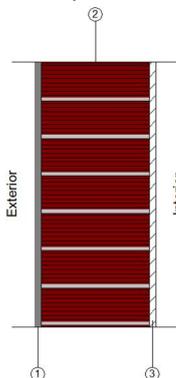
Grado de impermeabilidad alcanzado: 3

Condiciones que cumple: R1+B1+C1+J2

Fachada revestida con mortero monocapa, de hoja de fábrica

Superficie total 7.56 m²

Fachada revestida con mortero monocapa, de hoja de fábrica, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: revestimiento con mortero monocapa, acabado con árido proyectado, color blanco, espesor 15 mm, aplicado manualmente; HOJA PRINCIPAL: hoja de 24 cm de espesor de fábrica, de bloque de termoarcilla, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; revestimiento de los frentes de forjado con plaquetas de cerámica aligerada (termoarcilla), colocadas con mortero de alta adherencia, formación de dinteles mediante piezas en "U" de cerámica aligerada (termoarcilla), en las que se colocará la armadura y el hormigón en obra;; REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista; ACABADO INTERIOR: Aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.



Listado de capas:

1 - Mortero monocapa	1.5 cm
2 - Fábrica de bloque de termoarcilla	24 cm
3 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
4 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	27 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.27 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 298.35 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 52.3(-1; -6) 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+C2+J2

1.2.2.- Huecos en fachada

Puerta cortafuegos, de acero galvanizado

Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 30-C5, de una hoja, modelo Turia "ANDREU", 710x2050 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco.

Dimensiones	Ancho x Alto: 80 x 215 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.33 W/(m ² ·K) Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	
Resistencia al fuego	EI2 30	

Ventana, abisagrada oscilobatiente de apertura hacia el interior, de 105x120 cm - Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, lacado color blanco, para conformado de ventana, abisagrada oscilobatiente, de 105x120 cm, formada por una hoja. Cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de aluminio inyectado.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 3.30 W/(m ² ·K) Factor solar, g: 0.77 Aislamiento acústico, R_w (C;C _{tr}): 28 (-1; -3) dB
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m ² ·K) Tipo de apertura: Oscilobatiente Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3 Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 105 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 3
Transmisión térmica	U_w	4.05	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.56	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	31 (-1; -4)	dB

Dimensiones: 105 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 3
Transmisión térmica	U_w	4.05	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.37	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	31 (-1; -4)	dB



Dimensiones: 105 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 3
Transmisión térmica	U_w	4.05	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.46	
Caracterización acústica	R_w (C; C _{tr})	31 (-1; -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)

Ventana, abisagrada oscilobatiente de apertura hacia el interior, de 70x120 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto - Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, lacado color blanco, para conformado de ventana, abisagrada oscilobatiente, de 70x120 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto, formada por una hoja. Cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de aluminio inyectado.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4.

Características del vidrio

- Transmitancia térmica, U_g : 3.30 W/(m²·K)
- Factor solar, g: 0.77
- Aislamiento acústico, R_w (C; C_{tr}): 28 (-1; -3) dB

Características de la carpintería

- Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m²·K)
- Tipo de apertura: Oscilobatiente
- Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3
- Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 70 x 165 cm (ancho x alto)			nº uds: 4
Transmisión térmica	U_w	4.18	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.52	
	F_H	0.45	
Caracterización acústica	R_w (C; C _{tr})	31 (-1; -4)	dB

Dimensiones: 69.2 x 165 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	4.18	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.52	
	F_H	0.42	
Caracterización acústica	R_w (C; C _{tr})	31 (-1; -4)	dB

Dimensiones: 69.5 x 165 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	4.18	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.52	



	F_H	0.42	
Caracterización acústica	$R_w (C; C_{tr})$	31 (-1; -4)	dB

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)

Ventana, abisagrada oscilobatiente de apertura hacia el interior, de 105x150 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto - Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, lacado color blanco, para conformado de ventana, abisagrada oscilobatiente, de 105x150 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto, formada por una hoja. Cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de aluminio inyectado.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 3.30 $W/(m^2 \cdot K)$ Factor solar, g : 0.77 Aislamiento acústico, $R_w (C; C_{tr})$: 28 (-1; -3) dB
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 5.70 $W/(m^2 \cdot K)$ Tipo de apertura: Oscilobatiente Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3 Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 105 x 195 cm (ancho x alto)	nº uds: 1		
Transmisión térmica	U_w	2.33	$W/(m^2 \cdot K)$
Soleamiento	F	0.58	
	F_H	0.51	
Caracterización acústica	$R_w (C; C_{tr})$	31 (-1; -4)	dB

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)

Ventana, abisagrada oscilobatiente de apertura hacia el interior, de 105x150 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto - Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, lacado color blanco, para conformado de ventana, abisagrada oscilobatiente, de 105x150 cm, con fijo inferior de 45 cm de alto, formada por una hoja. Cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de aluminio inyectado.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 2.50 $W/(m^2 \cdot K)$ Factor solar, g : 0.23
----------------------------	---



Características de la carpintería	Aislamiento acústico, R_w (C; C_{tr}): 33 (-1; -3) dB
	Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Oscilobatiente
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3
	Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 105 x 195 cm (ancho x alto)			nº uds: 3
Transmisión térmica	U_w	3.39	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.19	
	F_H	0.17	
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)

Puerta balconera practicable de acero galvanizado, de 130x260 cm - Doble acristalamiento de seguridad (laminar) "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/laminar incoloro 3+3 laminar

CARPINTERÍA:

Carpintería de acero galvanizado, en puerta balconera practicable de dos hojas de 130x260 cm.

VIDRIO:

Doble acristalamiento de seguridad (laminar) "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/laminar incoloro 3+3 laminar.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 3.20 W/(m ² ·K)
	Factor solar, g: 0.73
	Aislamiento acústico, R_w (C; C_{tr}): 36 (-1; -5) dB
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Practicable
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3
	Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 130 x 260 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	3.61	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.62	
	F_H	0.54	
Caracterización acústica	R_w (C; C_{tr})	35 (-1; -5)	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)

Puerta, abisagrada oscilobatiente de apertura hacia el interior, de 105x230 cm - Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4



CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, lacado color blanco, para conformado de puerta, abisagrada oscilobatiente, de 105x230 cm, formada por una hoja. Cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de aluminio inyectado.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4.

Características del vidrio
 Transmitancia térmica, U_g : 3.30 W/(m²·K)
 Factor solar, g: 0.77
 Aislamiento acústico, R_w (C;C_{tr}): 28 (-1; -3) dB

Características de la carpintería
 Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m²·K)
 Tipo de apertura: Oscilobatiente
 Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3
 Absortividad, α_s : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 105 x 230 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	3.80	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.63	
	F_H	0.55	
Caracterización acústica	R_w (C; C _{tr})	31 (-1; -4)	dB

Dimensiones: 105 x 230 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	2.33	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.63	
	F_H	0.55	
Caracterización acústica	R_w (C; C _{tr})	31 (-1; -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)

Puerta, abisagrada oscilobatiente de apertura hacia el interior, de 105x230 cm - Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, lacado color blanco, para conformado de puerta, abisagrada oscilobatiente, de 105x230 cm, formada por una hoja. Cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de aluminio inyectado.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S.

Características del vidrio
 Transmitancia térmica, U_g : 2.50 W/(m²·K)
 Factor solar, g: 0.23
 Aislamiento acústico, R_w (C;C_{tr}): 33 (-1; -3) dB

Características de la carpintería
 Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m²·K)
 Tipo de apertura: Oscilobatiente



Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3
Absortividad, α_S : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 105 x 230 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	3.16	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.20	
	F_H	0.18	
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)

Ventana, abisagrada oscilobatiente de apertura hacia el interior, de 105x120 cm - Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, lacado color blanco, para conformado de ventana, abisagrada oscilobatiente, de 105x120 cm, formada por una hoja. Cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de aluminio inyectado.

VIDRIO:

Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S.

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g : 2.50 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.23

Aislamiento acústico, $R_w (C; C_{tr})$: 33 (-1; -3) dB

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Oscilobatiente

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3

Absortividad, α_S : 0.4 (color claro)

Dimensiones: 105 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	3.50	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.19	
	F_H	0.15	
Caracterización acústica	$R_w (C; C_{tr})$	34 (-1; -3)	dB

Dimensiones: 105 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 2
Transmisión térmica	U_w	2.33	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.19	
	F_H	0.15	
Caracterización acústica	$R_w (C; C_{tr})$	34 (-1; -3)	dB



Notas:

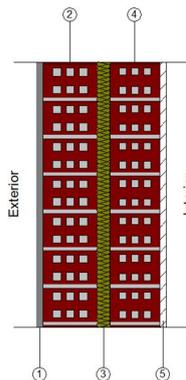
- U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco ($W/(m^2 \cdot K)$)
- F: Factor solar del hueco
- F_H : Factor solar modificado
- $R_w (C; C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

1.3.- Medianerías

Medianería de dos hojas de fábrica

Superficie total 163.35 m²

Medianería de dos hojas, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento M-5; HOJA PRINCIPAL: hoja de 12 cm de espesor de fábrica, de ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Perforado "DBBLOK", para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por espuma rígida de poliuretano proyectado de 30 mm de espesor mínimo; HOJA INTERIOR: hoja de 11 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; REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista; ACABADO INTERIOR: Aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.



Listado de capas:

1 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo de hormigón perforado Geroblok Perforado "DBBLOK"	12 cm
3 - Poliuretano proyectado	3 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
5 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
6 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	29 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.57 $W/(m^2 \cdot K)$

Protección frente al ruido

Masa superficial: 357.15 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 355.65 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 52.6(-1; -7) 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

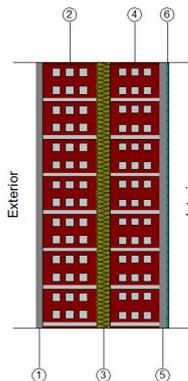
Condiciones que cumple: R1+B2+C1+J2

Medianería de dos hojas de fábrica

Superficie total 17.09 m²



Medianería de dos hojas, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento M-5; HOJA PRINCIPAL: hoja de 12 cm de espesor de fábrica, de ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Perforado "DBBLOK", para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento térmico, formado por espuma rígida de poliuretano proyectado de 30 mm de espesor mínimo; HOJA INTERIOR: hoja de 11 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; REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Enfoscado de cemento, a buena vista, acabado superficial rugoso, con mortero de cemento M-5; ACABADO INTERIOR: Alicatado con azulejo acabado liso, 20x20 cm, capacidad de absorción de agua $E > 10\%$, grupo BIII, resistencia al deslizamiento $R_d < 15$, clase 0, colocado mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci gris.



Listado de capas:

1 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo de hormigón perforado Geroblok Perforado "DBBLOK"	12 cm
3 - Poliuretano proyectado	3 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
5 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
6 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
Espesor total:	29.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.58 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 379.90 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 378.40 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 52.6(-1; -7) 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+B2+C1+J2

1.4.- Cubiertas

1.4.1.- Parte maciza de las azoteas

Guarnecido y enlucido de yeso a buena vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)

Superficie total
68.63 m²



REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; capa separadora bajo aislamiento: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; aislamiento térmico: panel rígido de poliestireno extruido, de 50 mm de espesor; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa de protección: baldosas de de gres rústico 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

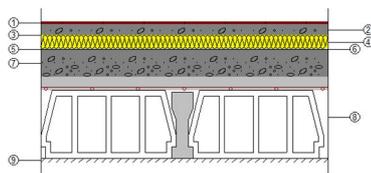
ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo con revestimiento continuo, compuesto de: **REVESTIMIENTO BASE:** guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista, y acabado de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6; Capa de acabado: aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.

Listado de capas:



1 - Pavimento de de gres rústico	1 cm
2 - Mortero de cemento	4 cm
3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
4 - Poliestireno extruido	5 cm
5 - Geotextil de poliéster	0.06 cm
6 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
7 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
8 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
9 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
10 - pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	52 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.40 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.41 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 556.79 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 453.54 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 59.5(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional) Superficie total 38.01 m²



REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; capa separadora bajo aislamiento: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; aislamiento térmico: panel rígido de poliestireno extruido, de 50 mm de espesor; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa de protección: baldosas de de gres rústico 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: **TECHO SUSPENDIDO:** falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante varillas metálicas; **ACABADO SUPERFICIAL:** aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 15 a 20% de agua y la siguiente diluida con un 10% de agua; sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado, horizontal.

Listado de capas:

	1 - Pavimento de de gres rústico	1 cm
	2 - Mortero de cemento	4 cm
	3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
	4 - Poliestireno extruido	5 cm
	5 - Geotextil de poliéster	0.06 cm
	6 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
	7 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
	8 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
	9 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
	10 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
	11 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado	---
Espesor total:	82.1 cm	

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.36 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.37 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 552.74 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 436.29 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 58.9(-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 registrable de placas de escayola, con perfilería vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	Superficie total 10.81 m ²
---	--



REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo invertida, compuesta de: formación de pendientes: hormigón ligero, confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; capa separadora bajo aislamiento: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; aislamiento térmico: panel rígido de poliestireno extruido, de 50 mm de espesor; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa de protección: baldosas de de gres rústico 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

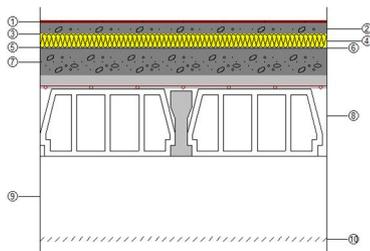
ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: **TECHO SUSPENDIDO:** falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola fisuradas, con perfilera vista acabado lacado anticorrosivo color blanco.

Listado de capas:



1 - Pavimento de de gres rústico	1 cm
2 - Mortero de cemento	4 cm
3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
4 - Poliestireno extruido	5 cm
5 - Geotextil de poliéster	0.06 cm
6 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
7 - Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10 cm
8 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
9 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
10 - Falso techo registrable de placas de escayola	1.6 cm
Espesor total:	82.1 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.36 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.37 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 552.74 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 436.29 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 58.9(-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

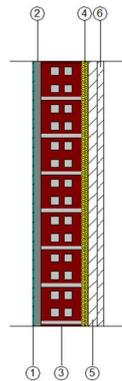
2.1.- Compartimentación interior vertical

2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical

Tabique de una hoja, con revestimiento

Superficie total 50.40 m²

Hoja de 9 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
2 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	9 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.5 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
6 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	16 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.98 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 158.05 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 157.45 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 39.7(-1; -1) dB

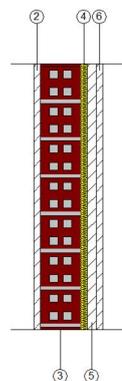
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de una hoja, con revestimiento Superficie total 66.29 m²

Hoja de 9 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	9 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.5 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
6 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	15.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.96 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 135.30 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 134.70 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 39.7(-1; -1) dB

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

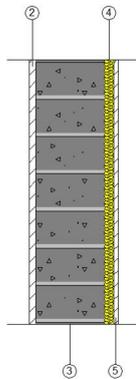
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara Superficie total 95.44 m²



Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 15,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Cámara "DBBLOK", para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; TRASDOSADO: trasdosado directo, sistema W631.es "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |9,5+20 Polyplac (XPE)|, recibida con pasta de agarre sobre el paramento vertical; 45 mm de espesor total.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo de hormigón Geroblok Cámara "DBBLOK"	15.5 cm
4 - Panel de poliestireno expandido	2 cm
5 - Placa de yeso laminado	1 cm
6 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	20 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.72 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 328.60 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 319.75 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 55.0(-1; -6) dB

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

Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 8 dBA

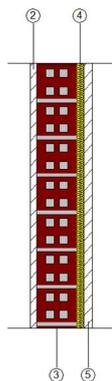
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 180

Tabique de una hoja, con revestimiento

Superficie total 4.80 m²

Hoja de 9 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	9 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.5 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
Espesor total:	14 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.99 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 118.05 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 117.45 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 38.0(-1; -1) dB

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

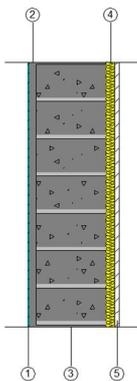
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60



Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara Superficie total 75.23 m²

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 15,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Cámara "DBBLOK", para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; TRASDOSADO: trasdosado directo, sistema W631.es "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |9,5+20 Polyplac (XPE)|, recibida con pasta de agarre sobre el paramento vertical; 45 mm de espesor total.



Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
2 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo de hormigón Geroblok Cámara "DBBLOK"	15.5 cm
4 - Panel de poliestireno expandido	2 cm
5 - Placa de yeso laminado	1 cm
6 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	20.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.73 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 351.35 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 342.50 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 55.0(-1; -6) dB

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

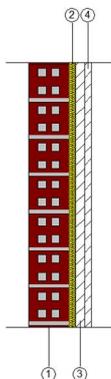
Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 8 dBA

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 180

Tabique de una hoja, con revestimiento Superficie total 0.12 m²

Hoja de 9 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	9 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.5 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
4 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	14 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.99 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 118.05 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 117.45 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 38.0(-1; -1) dB

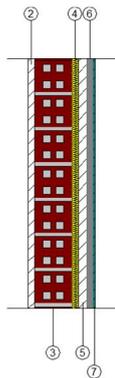


Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 60

Tabique de una hoja, con revestimiento Superficie total 124.65 m²

Hoja de 9 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	9 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.5 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
6 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
7 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
Espesor total:	16 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.98 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 158.05 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 157.45 kg/m²

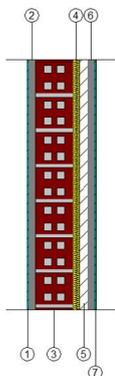
Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 39.7(-1; -1) dB

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, con revestimiento Superficie total 30.02 m²

Hoja de 9 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.



Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
2 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	9 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.5 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
6 - Enfoscado de cemento	1.5 cm
7 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
Espesor total:	16.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.99 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 180.80 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 180.20 kg/m²



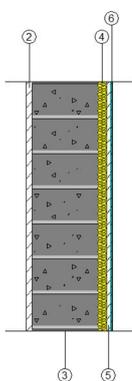
Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 39.7(-1; -1) dB

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, con trasdosado en una cara Superficie total 7.66 m²

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 15,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo de hormigón perforado acústico, Geroblok Cámara "DBBLOK", para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; TRASDOSADO: trasdosado directo, sistema W631.es "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |9,5+20 Polyplac (XPE)|, recibida con pasta de agarre sobre el paramento vertical; 45 mm de espesor total.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Guarnecido de yeso	1.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo de hormigón Geroblok Cámara "DBBLOK"	15.5 cm
4 - Panel de poliestireno expandido	2 cm
5 - Placa de yeso laminado	1 cm
6 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5 cm
Espesor total:	20.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.72 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 340.10 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 319.75 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 55.0(-1; -6) dB

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

Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 8 dBA

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 180

2.1.2.- Huecos verticales interiores

Puerta de paso interior, de madera

Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x72,5x3,5 cm, de tablero de MDF, con moldura de forma recta; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones Ancho x Alto: 72.5 x 203 cm nº uds: 22

Caracterización térmica Transmitancia térmica, U: 2.20 W/(m²·K)

Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)

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

Puerta de entrada a la vivienda, de madera

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



Dimensiones	Ancho x Alto: 82.5 x 203 cm	nº uds: 8
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.79 W/(m²·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	

Puerta cortafuegos, de acero galvanizado

Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 30-C5, de dos hojas, modelo Turia "ANDREU", 1100x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado.

Dimensiones	Ancho x Alto: 110 x 200 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.33 W/(m²·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	
Resistencia al fuego	EI2 30	

2.2.- Compartimentación interior horizontal

Guarnecido y enlucido de yeso a buena vista - Forjado unidireccional - Suelo flotante con poliestireno expandido elastificado con grafito. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo	Superficie total 132.24 m²
--	-------------------------------

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 0,5\%$, grupo BIa, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso normal, C1, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,3 m²K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, mortero autonivelante de cemento, de 40 mm de espesor.

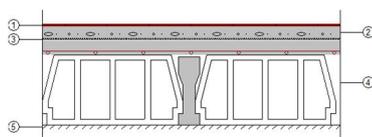
ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo con revestimiento continuo, compuesto de: REVESTIMIENTO BASE: guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista, y acabado de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6; Capa de acabado: aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.

Listado de capas:



1 - Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Poliestireno expandido elastificado con grafito	1 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
5 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
6 - pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	37.5 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 1.29 W/(m²·K)



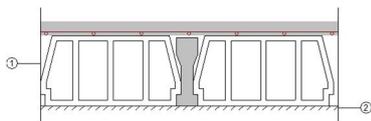
Protección frente al ruido	U_c calefacción: 1.09 W/(m ² ·K)
	Masa superficial: 490.98 kg/m ²
	Masa superficial del elemento base: 389.58 kg/m ²
	Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 57.0(-1; -6) dB
	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 73.3 dB

Guarnecido y enlucido de yeso a buena vista - Forjado unidireccional Superficie total 5.12 m²

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo con revestimiento continuo, compuesto de: REVESTIMIENTO BASE: guarnecido de yeso de construcción B1 a buena vista, y acabado de enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6; Capa de acabado: aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.



Listado de capas:

1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
2 - Guarnecido y enlucido de yeso	1.5 cm
3 - pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	31.5 cm

Limitación de demanda energética	U_c refrigeración: 2.29 W/(m ² ·K)
	U_c calefacción: 1.74 W/(m ² ·K)
Protección frente al ruido	Masa superficial: 389.58 kg/m ²
	Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 57.0(-1; -6) dB
	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 73.3 dB

Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista - Forjado unidireccional - Suelo flotante con poliestireno expandido elastificado con grafito. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo Superficie total 17.12 m²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

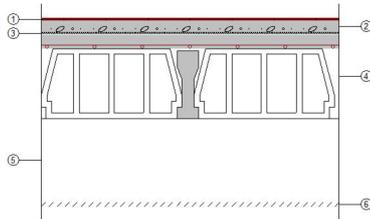
PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 0,5\%$, grupo BIa, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso normal, C1, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,3 m²K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, mortero autonivelante de cemento, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola fisuradas, con perfilera vista acabado lacado anticorrosivo color blanco.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Poliestireno expandido elasticado con grafito	1 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
6 - Falso techo registrable de placas de escayola	1.6 cm
Espesor total:	67.6 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 1.01 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.88 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 486.93 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB

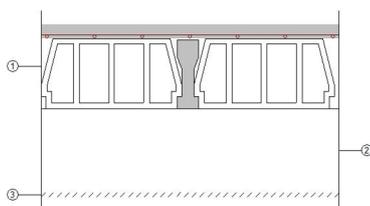
Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Superficie total 7.46 m²
Forjado unidireccional

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante varillas metálicas; ACABADO SUPERFICIAL: aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 15 a 20% de agua y la siguiente diluida con un 10% de agua; sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado, horizontal.



Listado de capas:

1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
2 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
3 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
4 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado	---
Espesor total:	61.6 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 1.53 W/(m²·K)

U_c calefacción: 1.26 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 385.53 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Forjado unidireccional - Suelo flotante con poliestireno expandido elasticado con grafito. Superficie total 79.54 m²
Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo



REVESTIMIENTO DEL SUELO

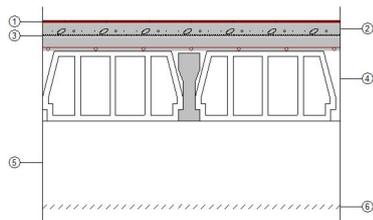
PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 0,5\%$, grupo BIa, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso normal, C1, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; **BASE DE PAVIMENTACIÓN:** Suelo flotante, compuesto de: **AISLAMIENTO:** aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, de 10 mm de espesor, resistencia térmica $0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,033 \text{ W/(mK)}$, cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; **CAPA DE REGULARIZACIÓN:** base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, mortero autonivelante de cemento, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto $30 = 25+5 \text{ cm}$; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, $60 \times 20 \times 25 \text{ cm}$; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: **TECHO SUSPENDIDO:** falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de $100 \times 60 \text{ cm}$, con canto recto y acabado liso, mediante varillas metálicas; **ACABADO SUPERFICIAL:** aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 15 a 20% de agua y la siguiente diluida con un 10% de agua; sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado, horizontal.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Poliestireno expandido elastificado con grafito	1 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
6 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado	---

Espesor total: 67.6 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: $1.01 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

U_c calefacción: $0.88 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Protección frente al ruido

Masa superficial: 486.93 kg/m^2

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m^2

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: $56.3(-1; -6) \text{ dB}$

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Forjado unidireccional - Base de árido. Solado de piedra natural con mortero de cemento como material de agarre	Superficie total 10.26 m ²
---	--



REVESTIMIENTO DEL SUELO

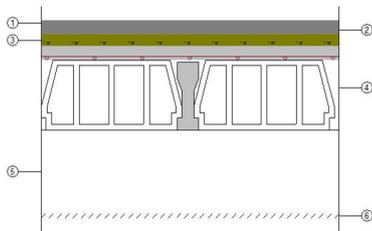
PAVIMENTO: Solado de baldosas de mármol Blanco Macael, 60x30x2 cm, acabado pulido, recibidas con mortero de cemento M-5 y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1; **BASE DE PAVIMENTACIÓN:** Base para pavimento de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m³ de arena seca, en capa de 4 cm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: **TECHO SUSPENDIDO:** falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante varillas metálicas; **ACABADO SUPERFICIAL:** aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 15 a 20% de agua y la siguiente diluida con un 10% de agua; sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado, horizontal.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de mármol Blanco Macael	2 cm
2 - Mortero de cemento	3.2 cm
3 - Base de arena de machaqueo estabilizada con cemento	4 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
6 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso proyectado o placas de yeso laminado	---

Espesor total: 70.8 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 1.42 W/(m²·K)

U_c calefacción: 1.18 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 578.33 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 565.13 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 63.0(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 67.7 dB

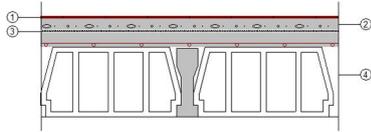
Forjado unidireccional - Suelo flotante con poliestireno expandido elastificado con grafito. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo	Superficie total 7.29 m ²
--	---

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 30x30 cm, capacidad de absorción de agua $E < 0,5\%$, grupo BIa, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso normal, C1, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; **BASE DE PAVIMENTACIÓN:** Suelo flotante, compuesto de: **AISLAMIENTO:** aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,3 m²K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; **CAPA DE REGULARIZACIÓN:** base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, mortero autonivelante de cemento, de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Poliestireno expandido elastificado con grafito	1 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
Espesor total:	36 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 1.34 W/(m²·K)

U_c calefacción: 1.13 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 473.73 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB

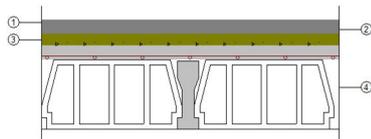
Forjado unidireccional - Base de árido. Solado de piedra natural con mortero de cemento como material de agarre	Superficie total 0.19 m ²
---	---

REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas de mármol Blanco Macael, 60x30x2 cm, acabado pulido, recibidas con mortero de cemento M-5 y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG1; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Base para pavimento de arena de machaqueo de 0 a 5 mm de diámetro, estabilizada con 100 kg de cemento Portland CEM II/A-P 32,5 R por cada m³ de arena seca, en capa de 4 cm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigüeta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.



Listado de capas:

1 - Solado de baldosas de mármol Blanco Macael	2 cm
2 - Mortero de cemento	3.2 cm
3 - Base de arena de machaqueo estabilizada con cemento	4 cm
4 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
Espesor total:	39.2 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 2.17 W/(m²·K)

U_c calefacción: 1.67 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 565.13 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 63.0(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 67.7 dB

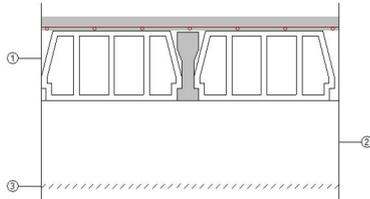
Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilería vista - Forjado unidireccional	Superficie total 0.22 m ²
--	---



Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola fisuradas, con perfilera vista acabado lacado anticorrosivo color blanco.



Listado de capas:

1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
2 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
3 - Falso techo registrable de placas de escayola	1.6 cm
Espesor total:	61.6 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 1.53 W/(m²·K)

U_c calefacción: 1.26 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 385.53 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²

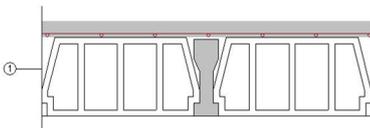
Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB

Forjado unidireccional

Superficie total 0.28 m²

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, sobre sistema de encofrado continuo, constituida por: forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; vigas planas; pilares.



Listado de capas:

1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
Espesor total:	30 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 2.44 W/(m²·K)

U_c calefacción: 1.82 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 372.33 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.3(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 74.0 dB

3.- MATERIALES

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci	0.5	2300	1.3	0.0038	840	100000
Base de arena de machaqueo estabilizada con cemento	4	1950	2	0.02	1045	50
Base de mortero autonivelante de cemento	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Enfoscado de cemento	1.5	1900	1.3	0.0115	1000	10
Fábrica de bloque de termoarcilla	24	1090	0.421	0.57	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7	930	0.438	0.16	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	9	930	0.563	0.16	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11	920	0.478	0.23	1000	10



Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
Fábrica de ladrillo de hormigón Geroblok Cámara "DBBLOK"	15.5	1951.6	0.33	0.4697	1000	10
Fábrica de ladrillo de hormigón perforado Geroblok Perforado "DBBLOK"	12	1739.2	0.33	0.3636	1000	10
Falso techo continuo de placas de escayola	1.6	825	0.25	0.064	1000	4
Falso techo registrable de placas de escayola	1.6	825	0.25	0.064	1000	4
Film de polietileno	0.02	920	0.33	0.0006	2200	100000
Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30	1241.11	1.429	0.21	1000	80
Formación de pendientes con hormigón ligero con arcilla expandida	10	600	0.19	0.5263	1000	4
Geotextil de poliéster	0.06	250	0.038	0.0158	1000	1
Geotextil de poliéster	0.08	250	0.038	0.0211	1000	1
Guarnecido de yeso	1.5	1150	0.57	0.0263	1000	6
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 monocapa adherida	0.36	1100	0.23	0.0157	1000	50000
Mortero de cemento	3.2	1900	1.3	0.0246	1000	10
Mortero de cemento	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Mortero de cemento M-5	3	1900	1.3	0.0231	1000	10
Mortero monocapa	1.5	1300	0.7	0.0214	1000	10
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	1.5	40	0.031	0.4839	1000	1
Panel de poliestireno expandido	2	30	0.034	0.5882	1000	20
Pavimento de de gres rústico	1	2500	2.3	0.0043	1000	2500
Placa de yeso laminado	1	825	0.25	0.04	1000	10
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2	825	0.25	0.08	1000	4
Poliestireno expandido elasticado con grafito	1	40	0.033	0.303	1000	20
Poliestireno extruido	3	38	0.034	0.8824	1000	100
Poliestireno extruido	5	38	0.034	1.4706	1000	100
Poliuretano proyectado	3	50	0.035	0.8571	1000	100
Poliuretano proyectado	5	30	0.035	1.4286	1000	100
Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1	2500	2.3	0.0043	1000	30
Solado de baldosas cerámicas de gres porcelánico	1	2500	2.3	0.0043	1000	30
Solado de baldosas de mármol Blanco Macael	2	2700	3.5	0.0057	1000	10000

Abreviaturas utilizadas

e	Espeor (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 ()

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Anexo 2 – Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

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.	7
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	11
2.1.- Zonificación climática	11
2.2.- Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento.	11
2.2.1.- Agrupaciones de recintos.	11
2.2.2.- Perfiles de uso utilizados.	14
2.3.- Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo.	14
2.3.1.- Composición constructiva. Elementos constructivos pesados.	14
2.3.2.- Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros.	20
2.3.3.- Composición constructiva. Puentes térmicos.	23
2.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.	25



1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA.

1.1.- Demanda energética anual por superficie útil.

$$D_{cal,edificio} = 11.06 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



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, 397.26 m².

$$D_{ref,edificio} = 10.08 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{ref,lim} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



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}		$D_{cal,base}$ (kWh /(m ² ·año))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ (kWh /(m ² ·año))	D_{ref}		$D_{ref,lim}$ (kWh /(m ² ·año))
		(kWh /año)	(kWh/ m ² ·a)				(kWh /año)	(kWh/ m ² ·a)	
Vivienda 1 (Bajo A)	54.28	927.5	17.1	15	0	15.0	503.6	9.3	15.0
Vivienda 2 (Bajo B)	53.18	745.2	14.0	15	0	15.0	388.8	7.3	15.0
Vivienda 3 (1-A)	43.99	448.7	10.2	15	0	15.0	462.2	10.5	15.0
Vivienda 4 (1-B)	42.90	261.8	6.1	15	0	15.0	302.4	7.0	15.0
Vivienda 5 (1-C)	31.21	275.8	8.8	15	0	15.0	366.1	11.7	15.0
Vivienda 6 (2-A)	43.99	559.7	12.7	15	0	15.0	578.8	13.2	15.0
Vivienda 7 (2-B)	42.90	405.0	9.4	15	0	15.0	388.9	9.1	15.0
Vivienda 8 (2-C)	31.21	347.9	11.1	15	0	15.0	435.2	13.9	15.0
Zona habitable 1	53.60	422.9	7.9	15	0	15.0	578.7	10.8	15.0
	397.26	4394.5	11.1	15	0	15.0	4004.6	10.1	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 $Q_{tr,wl}$, 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).

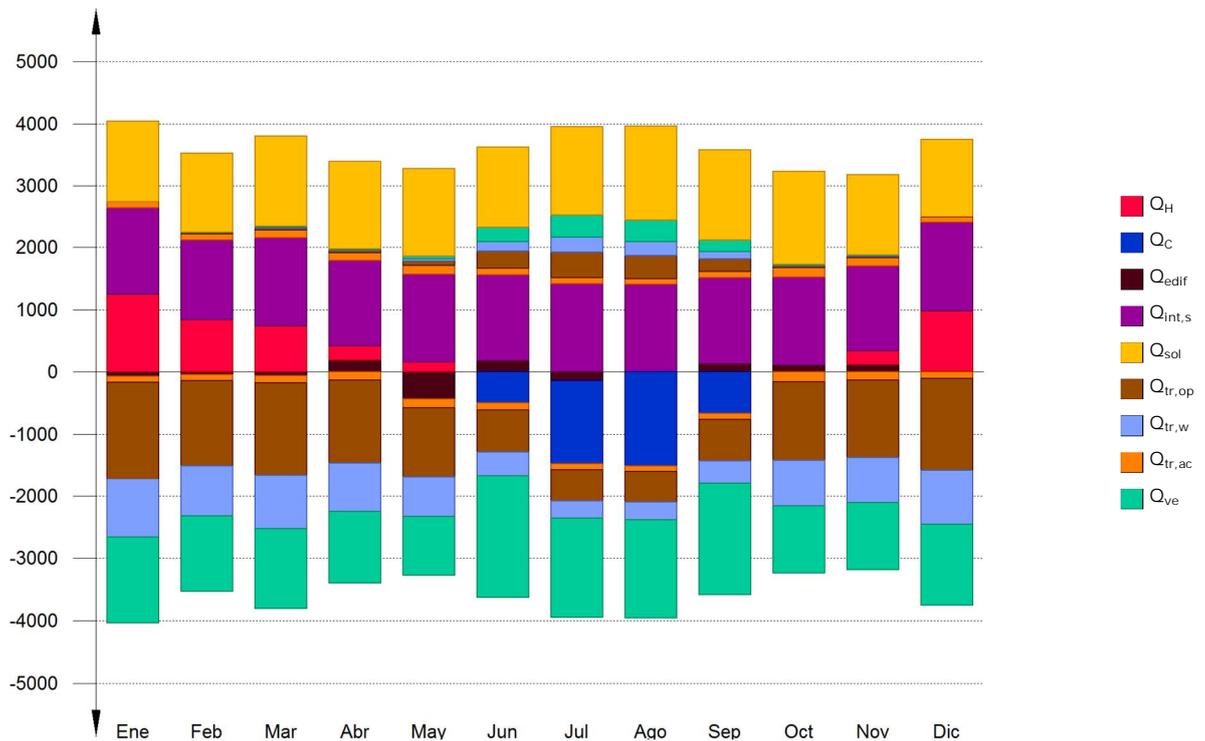


Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

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.														
$Q_{tr,op}$	1.2	11.2	29.9	28.4	67.8	272.2	403.2	370.1	206.1	23.0	20.1	4.8	-11766.3	-29.6
$Q_{tr,w}$	0.5	5.1	14.6	14.1	35.6	156.8	239.6	220.8	118.2	10.9	9.8	2.1	-6905.0	-17.4
$Q_{tr,ac}$	90.8	97.3	119.1	126.7	141.9	110.7	98.0	85.8	100.1	155.8	132.3	98.9		
Q_{ve}	0.6	6.7	19.5	18.7	47.6	230.8	377.1	351.3	180.4	14.4	13.0	2.7	-15028.4	-37.8
$Q_{int,s}$	1414.9	1284.6	1423.4	1380.0	1414.9	1380.0	1423.4	1414.9	1388.5	1414.9	1371.5	1431.9	16663.4	41.9
Q_{sol}	1307.3	1299.1	1481.6	1433.4	1427.4	1316.8	1430.6	1537.4	1484.8	1528.1	1316.3	1249.7	16646.5	41.9
Q_{edif}	-71.5	-36.9	-58.4	188.2	-435.9	179.2	-134.4	0.8	126.9	111.0	119.4	11.7		
Q_H	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	--	--	--	--	--	217.3	965.0	4394.5	11.1
Q_C	--	--	--	--	--	-497.2	-1338.0	-1505.6	-663.8	--	--	--	-4004.6	-10.1
Q_{HC}	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	497.2	1338.0	1505.6	663.8	--	217.3	965.0	8399.0	21.1

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).

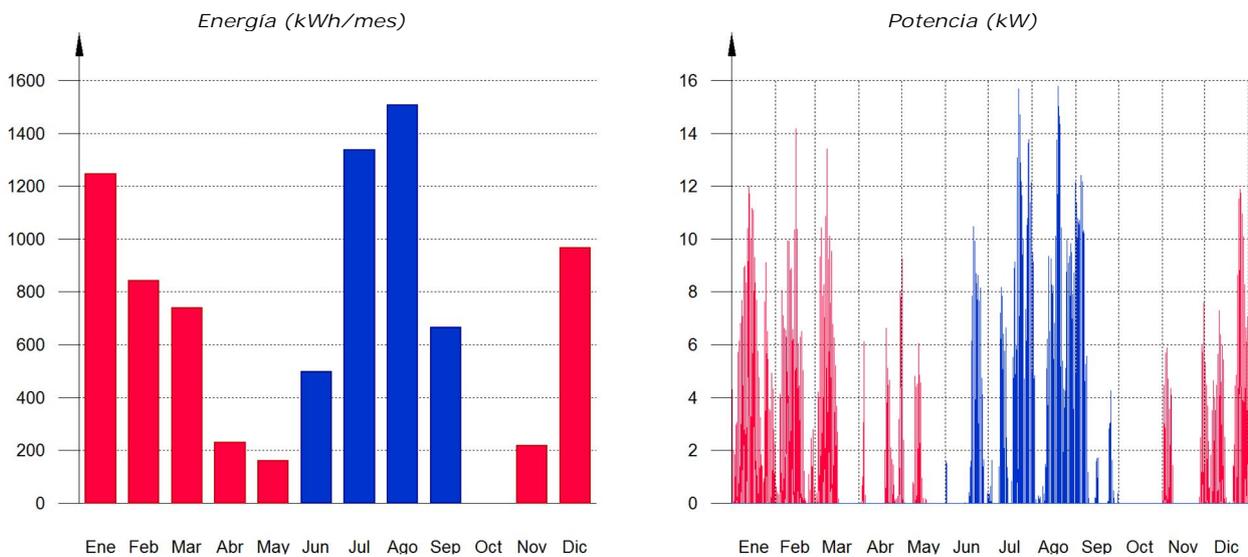
Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/(m²·año).

Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m²·año).

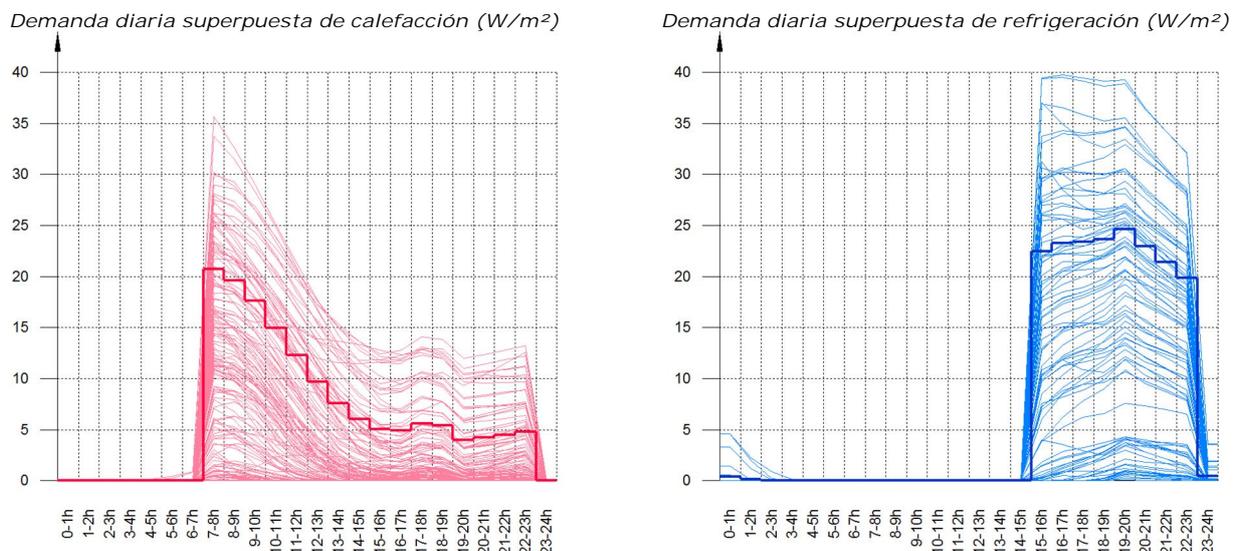
Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m²·año).

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:



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:



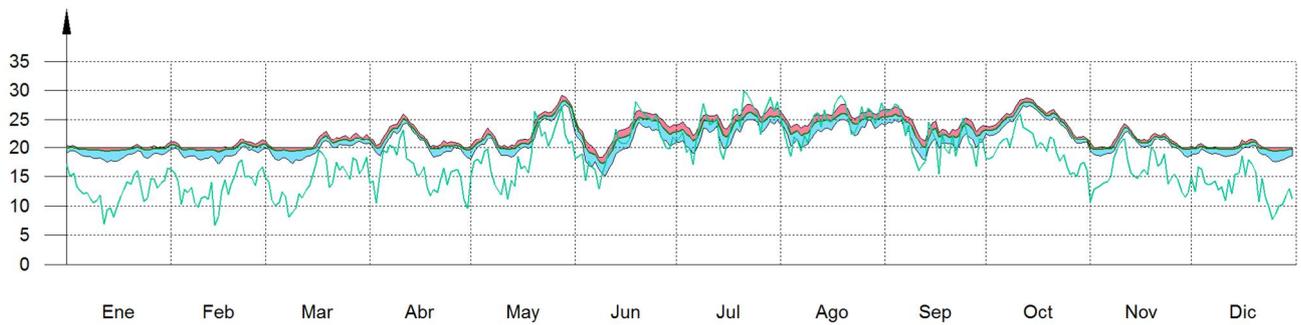
	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m ²)	Demanda típica por día activo (kWh/m ²)
Calefacción	164	143	1641	11	6.74	0.0774
Refrigeración	86	86	685	7	14.72	0.1172

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:

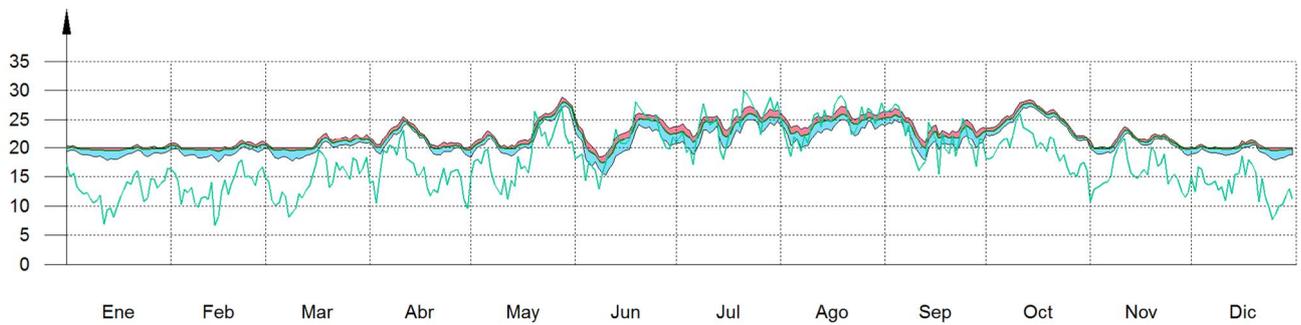
Vivienda 1 (Bajo A)

Temperatura (°C)



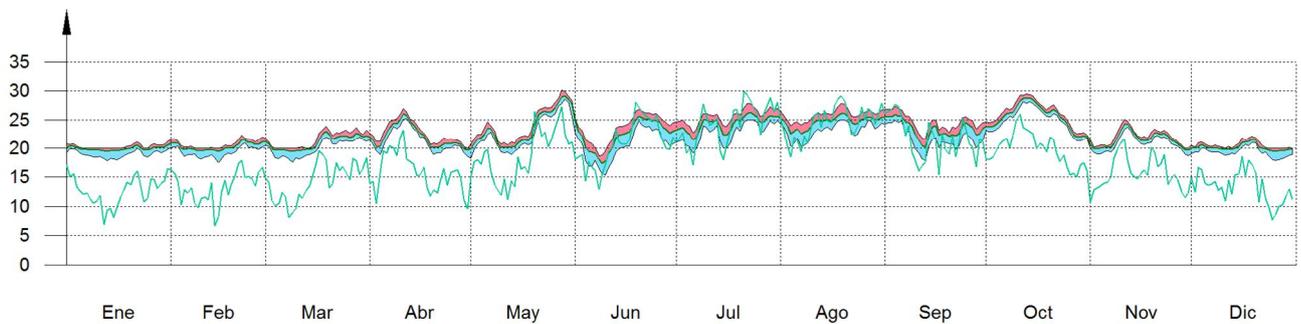
Vivienda 2 (Bajo B)

Temperatura (°C)



Vivienda 3 (1-A)

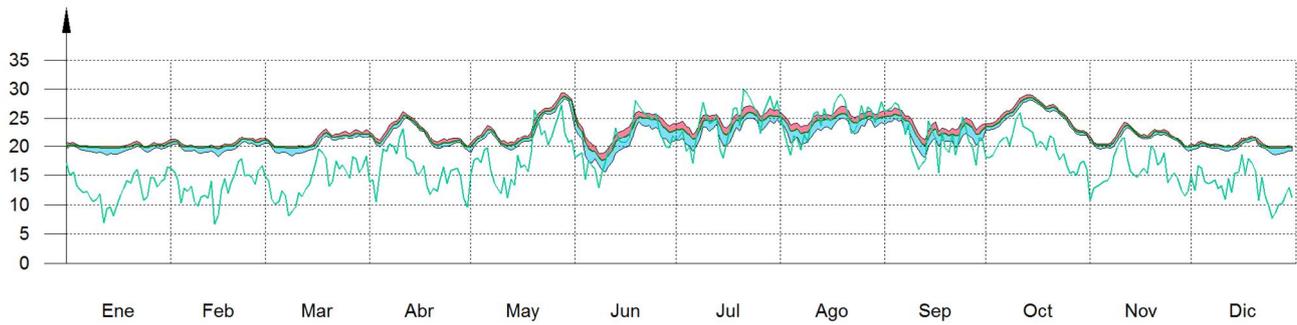
Temperatura (°C)





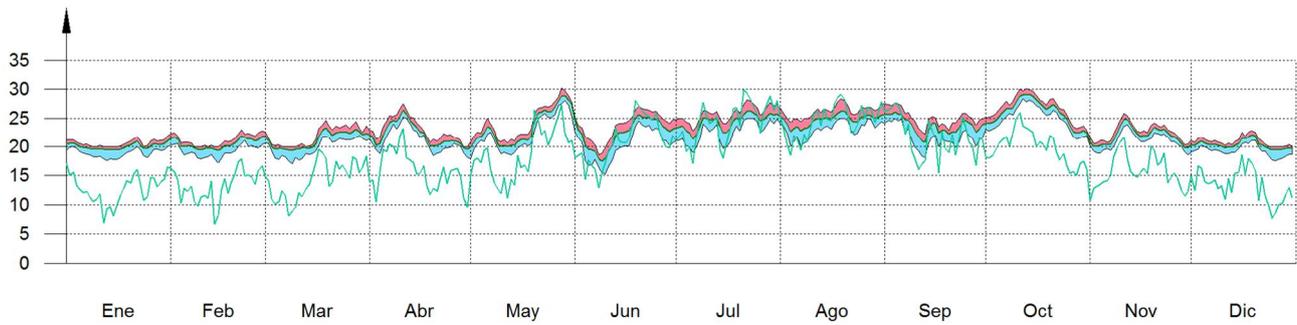
Vivienda 4 (1-B)

Temperatura (°C)



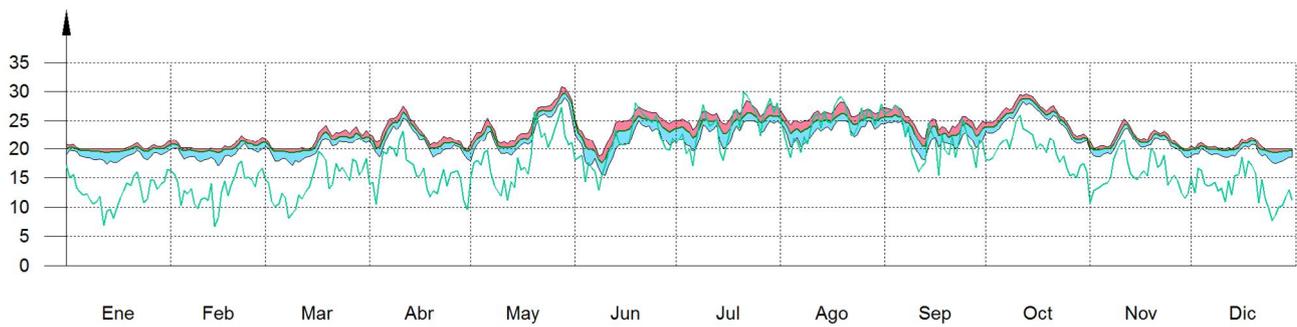
Vivienda 5 (1-C)

Temperatura (°C)



Vivienda 6 (2-A)

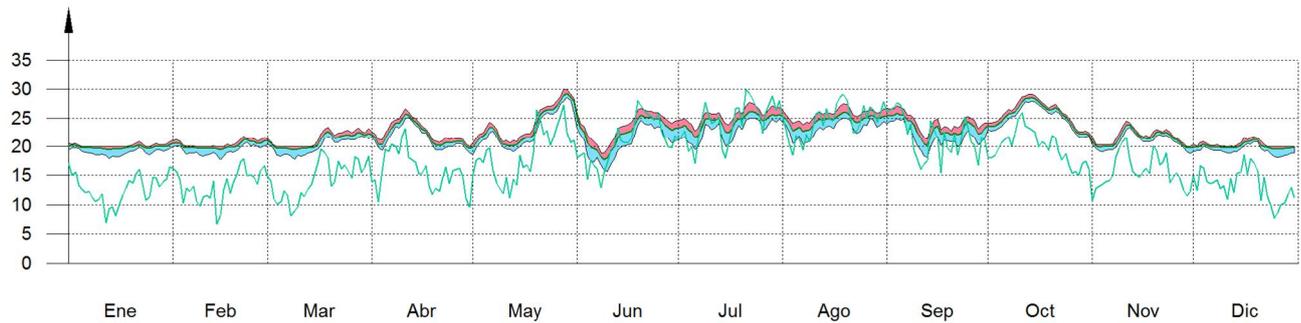
Temperatura (°C)





Vivienda 7 (2-B)

Temperatura (°C)



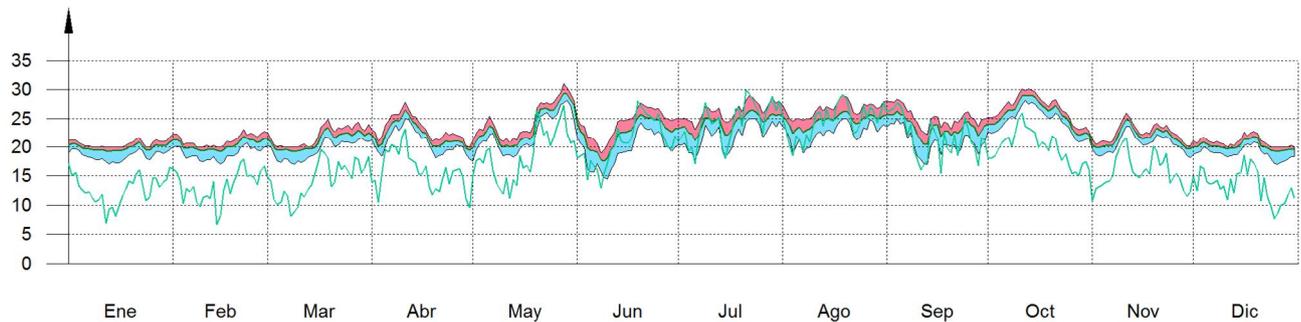
Vivienda 8 (2-C)

Temperatura (°C)



Zona habitable 1

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.



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² .a)											
Vivienda 1 (Bajo A) ($A_r = 54.28 \text{ m}^2$; $V = 157.10 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 315.91 \text{ m}^2$; $C_m = 33706.312 \text{ kJ/K}$; $A_m = 234.56 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	0.4	3.2	8.4	8.3	19.4	62.0	88.9	81.0	46.2	6.9	5.4	1.4	-2194.9	-40.4
$Q_{tr,w}$	-306.8	-266.7	-282.8	-252.2	-202.7	-130.6	-99.0	-100.3	-128.6	-233.8	-235.1	-287.7	-778.0	-14.3
$Q_{tr,ac}$	0.1	1.0	2.6	2.6	6.2	21.2	31.3	28.7	15.9	2.1	1.7	0.4	339.0	6.2
$Q_{tr,ac}$	-110.4	-95.5	-100.9	-89.4	-71.9	-44.0	-33.2	-33.6	-43.6	-82.6	-83.5	-103.2	-503.6	-9.3
Q_{ve}	21.1	25.3	34.8	38.6	44.7	20.5	17.7	15.9	20.1	46.4	35.6	24.0	1431.0	26.4
Q_{ve}	-0.4	-0.2	-0.3	-0.0	-0.0	-1.4	-1.1	-1.1	-1.1	-0.0	-0.0	-0.2	-2089.8	-38.5
$Q_{int,s}$	0.2	1.5	4.3	4.2	10.0	37.4	58.4	54.1	28.8	3.4	2.8	0.6	2279.2	42.0
$Q_{int,s}$	-201.3	-172.7	-181.4	-158.4	-129.3	-274.0	-223.9	-223.4	-251.2	-144.7	-148.1	-187.1	2020.5	37.2
Q_{sol}	193.3	175.5	194.5	188.6	193.3	188.6	194.5	193.3	189.7	193.3	187.4	195.7		
Q_{sol}	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7		
Q_{edif}	163.8	162.1	183.0	172.8	164.3	152.0	164.3	180.1	181.9	190.2	164.5	156.7		
Q_{edif}	-1.2	-1.2	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-1.2		
Q_H	-10.4	-5.3	-9.4	28.9	-72.7	29.9	-26.5	0.5	24.8	20.8	17.4	1.8		
Q_H	252.3	173.9	149.3	58.1	40.6	--	--	--	--	--	53.8	199.5	927.5	17.1
Q_C	--	--	--	--	--	-60.0	-169.5	-193.1	-81.0	--	--	--	-503.6	-9.3
Q_{HC}	252.3	173.9	149.3	58.1	40.6	60.0	169.5	193.1	81.0	--	53.8	199.5	1431.0	26.4

Vivienda 2 (Bajo B) ($A_r = 53.18 \text{ m}^2$; $V = 154.08 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 312.91 \text{ m}^2$; $C_m = 33602.248 \text{ kJ/K}$; $A_m = 235.46 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.2	1.9	5.1	5.4	12.1	38.6	54.8	49.8	29.3	4.6	3.4	0.8	-1256.8	-23.6
$Q_{tr,w}$	-180.6	-155.9	-164.5	-147.4	-116.3	-74.4	-54.5	-55.5	-70.8	-136.1	-137.9	-169.0	-847.2	-15.9
$Q_{tr,ac}$	0.1	1.2	3.1	3.3	7.5	25.2	36.6	33.4	19.3	2.8	2.1	0.5	335.5	6.3
$Q_{tr,ac}$	-123.2	-106.0	-111.5	-99.3	-78.4	-47.9	-34.9	-35.6	-45.9	-91.5	-93.0	-115.0	-2034.5	-38.3
Q_{ve}	20.3	25.0	35.3	40.2	43.6	20.3	17.7	15.3	21.5	46.9	35.9	23.6	2232.1	42.0
Q_{ve}	-1.2	-0.8	-0.9	-0.5	-0.3	-1.8	-1.0	-1.0	-1.0	-0.2	-0.3	-0.8	1214.5	22.8
$Q_{int,s}$	0.2	1.7	4.6	4.8	11.0	39.9	60.7	55.6	31.1	4.1	3.1	0.7		
$Q_{int,s}$	-202.6	-173.1	-181.1	-159.0	-127.8	-264.8	-211.2	-211.8	-237.5	-145.6	-149.3	-188.1		
Q_{sol}	189.4	172.0	190.6	184.8	189.4	184.8	190.6	189.4	185.9	189.4	183.6	191.7		
Q_{sol}	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8		
Q_{edif}	96.6	96.1	109.7	105.7	102.8	93.7	100.1	109.2	109.0	112.5	97.2	92.3		
Q_{edif}	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8		
Q_H	-7.8	-4.7	-10.7	25.6	-71.0	33.7	-25.6	1.1	24.2	15.0	18.9	1.3		
Q_H	210.3	144.3	122.0	38.1	29.0	--	--	--	--	--	37.8	163.7	745.2	14.0
Q_C	--	--	--	--	--	-45.4	-131.5	-148.3	-63.6	--	--	--	-388.8	-7.3
Q_{HC}	210.3	144.3	122.0	38.1	29.0	45.4	131.5	148.3	63.6	--	37.8	163.7	1134.0	21.3

Vivienda 3 (1-A) ($A_r = 43.99 \text{ m}^2$; $V = 122.88 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 253.66 \text{ m}^2$; $C_m = 21004.433 \text{ kJ/K}$; $A_m = 210.81 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.1	1.3	3.5	3.3	7.8	34.7	51.4	47.2	26.2	2.5	2.3	0.5	-1508.3	-34.3
$Q_{tr,w}$	-199.7	-175.7	-189.3	-172.2	-142.8	-85.8	-64.7	-64.6	-84.0	-162.5	-159.2	-188.5	-752.4	-17.1
$Q_{tr,ac}$	0.1	0.6	1.6	1.5	3.6	17.1	26.0	24.1	13.0	1.1	1.1	0.2	-91.6	-2.1
$Q_{tr,ac}$	-101.0	-88.6	-95.2	-86.2	-71.6	-41.2	-30.9	-30.8	-40.5	-81.3	-79.9	-95.1	-1481.7	-33.7
Q_{ve}	4.7	5.4	7.2	9.2	15.3	17.7	16.9	14.3	12.5	9.8	8.1	5.4	1846.4	42.0
Q_{ve}	-17.6	-18.1	-22.4	-23.4	-27.3	-12.1	-9.7	-7.7	-9.1	-28.1	-23.7	-18.6	2001.0	45.5
$Q_{int,s}$	0.0	0.6	1.7	1.6	3.8	19.9	32.5	30.2	15.6	1.1	1.1	0.2		
$Q_{int,s}$	-118.0	-102.9	-110.4	-99.0	-83.9	-221.1	-181.3	-178.7	-199.7	-92.8	-91.7	-110.7		
Q_{sol}	156.7	142.3	157.6	152.8	156.7	152.8	157.6	156.7	153.8	156.7	151.9	158.6		
Q_{sol}	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7		
Q_{edif}	156.8	155.5	176.7	171.8	172.3	158.3	172.9	186.9	176.2	182.8	157.4	150.0		
Q_{edif}	-1.3	-1.3	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5	-1.3	-1.2		
Q_H	-8.3	-4.1	-6.3	21.2	-47.6	19.1	-14.0	-0.0	13.0	12.9	12.9	1.2		



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh /año)	(kWh/ (m ² -a))						
Q_H	128.2	85.6	77.4	21.5	15.7	--	--	--	--	--	21.7	98.5	448.7	10.2
Q_C	--	--	--	--	--	-57.5	-154.6	-175.3	-74.7	--	--	--	-462.2	-10.5
Q_{HC}	128.2	85.6	77.4	21.5	15.7	57.5	154.6	175.3	74.7	--	21.7	98.5	910.8	20.7

Vivienda 4 (1-B) ($A_r = 42.90 \text{ m}^2$; $V = 119.79 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 249.96 \text{ m}^2$; $C_m = 21819.802 \text{ kJ/K}$; $A_m = 214.92 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.0	0.5	1.2	1.3	3.0	12.3	17.9	16.4	9.4	1.0	0.9	0.2	-463.5	-10.8
$Q_{tr,w}$	-63.5	-55.5	-59.5	-54.8	-43.8	-26.1	-18.8	-18.9	-24.7	-51.3	-50.8	-59.9	-684.7	-16.0
$Q_{tr,ac}$	0.1	0.6	1.7	1.8	4.2	17.9	26.5	24.5	13.8	1.4	1.2	0.3	-101.8	-2.4
Q_{ve}	-94.7	-82.6	-88.5	-81.2	-65.0	-37.2	-26.8	-26.9	-35.4	-76.0	-75.3	-89.2	-1434.4	-33.4
$Q_{int,s}$	3.8	5.2	6.9	8.3	13.4	19.1	20.0	16.7	16.9	10.0	7.4	4.5	1801.0	42.0
Q_{sol}	-21.2	-20.9	-25.9	-31.3	-26.5	-10.0	-5.1	-3.4	-6.3	-32.2	-28.8	-22.3	924.0	21.5
Q_{edif}	0.1	0.7	2.0	2.1	4.8	22.4	34.9	32.0	17.6	1.6	1.4	0.3	564.2	13.2
Q_H	152.8	138.7	153.7	149.0	152.8	149.0	153.7	152.8	149.9	152.8	148.1	154.6	261.8	6.1
Q_C	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-302.4	-7.0
Q_{HC}	67.7	68.8	82.1	83.0	84.6	78.9	82.8	87.2	82.2	81.2	68.4	64.3	564.2	13.2
	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5		
	-5.7	-4.0	-8.1	18.8	-48.7	25.0	-14.5	0.6	13.4	7.7	14.9	0.7		
	81.6	53.5	47.1	5.6	5.9	--	--	--	--	--	7.8	60.1		
	--	--	--	--	--	-39.0	-101.5	-113.3	-48.6	--	--	--		
	81.6	53.5	47.1	5.6	5.9	39.0	101.5	113.3	48.6	--	7.8	60.1		

Vivienda 5 (1-C) ($A_r = 31.21 \text{ m}^2$; $V = 87.87 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 150.06 \text{ m}^2$; $C_m = 14099.133 \text{ kJ/K}$; $A_m = 131.72 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.0	0.1	0.6	0.5	1.9	8.5	12.7	11.1	5.6	0.3	0.3	0.1	-415.9	-13.3
$Q_{tr,w}$	-54.1	-47.9	-51.1	-45.8	-36.6	-22.3	-16.8	-17.2	-23.4	-46.0	-44.9	-51.5	-758.6	-24.3
$Q_{tr,ac}$	--	0.2	1.0	0.9	3.2	15.6	23.9	21.4	10.4	0.4	0.5	0.1	-235.8	-7.6
Q_{ve}	-100.0	-88.4	-94.2	-84.1	-67.4	-39.3	-29.5	-30.1	-41.4	-84.2	-82.4	-95.1	-1606.7	-51.5
$Q_{int,s}$	0.5	0.5	1.8	4.5	9.7	12.3	11.2	7.7	5.0	1.2	0.6	0.4	1306.6	41.9
Q_{sol}	-27.6	-27.4	-28.5	-22.5	-15.6	-13.2	-12.1	-14.8	-24.0	-39.2	-36.3	-30.2	1800.7	57.7
Q_{edif}	--	0.3	1.4	1.3	4.7	26.0	43.0	40.1	19.0	0.6	0.7	0.1	641.9	20.6
Q_H	-166.9	-146.8	-156.3	-138.2	-112.0	-165.2	-132.9	-133.9	-160.8	-137.5	-135.1	-158.2	275.8	8.8
Q_C	111.2	100.9	111.8	108.4	111.2	108.4	111.8	111.2	109.1	111.2	107.7	112.5	-366.1	-11.7
	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7		
	74.2	52.3	51.0	18.3	12.9	--	--	--	--	--	10.8	56.4	641.9	20.6
	--	--	--	--	--	-41.1	-115.4	-141.5	-68.0	--	--	--		
	74.2	52.3	51.0	18.3	12.9	41.1	115.4	141.5	68.0	--	10.8	56.4		

Vivienda 6 (2-A) ($A_r = 43.99 \text{ m}^2$; $V = 111.88 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 240.30 \text{ m}^2$; $C_m = 20310.173 \text{ kJ/K}$; $A_m = 204.60 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.2	2.0	4.7	3.7	8.3	42.8	66.8	62.9	35.3	3.4	3.4	0.9	-2293.6	-52.1
$Q_{tr,w}$	-292.1	-257.9	-281.0	-258.6	-224.0	-135.9	-103.2	-101.1	-128.8	-238.1	-231.9	-275.4	-622.6	-14.2
$Q_{tr,ac}$	0.0	0.5	1.2	0.9	2.1	11.6	18.9	17.9	9.7	0.8	0.9	0.2	3.4	0.1
Q_{ve}	-80.4	-70.7	-76.9	-70.8	-61.3	-35.8	-27.0	-26.4	-34.0	-65.1	-63.2	-75.6	-1463.6	-33.3
$Q_{int,s}$	11.1	10.3	8.1	4.6	0.8	0.9	0.5	1.7	4.5	12.6	14.0	11.6		
	-0.2	-0.3	-2.1	-5.4	-15.7	-17.1	-15.8	-11.4	-7.2	-1.5	-0.5	-0.1		
	0.1	0.6	1.5	1.1	2.6	17.3	30.5	29.0	14.8	1.0	1.1	0.3		



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	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)
	-116.9	-101.9	-110.4	-100.4	-88.3	-215.8	-177.2	-172.1	-190.1	-91.5	-89.7	-109.3		
$Q_{int,s}$	156.7	142.2	157.6	152.8	156.7	152.8	157.6	156.7	153.8	156.7	151.9	158.6	1847.5	42.0
	-0.6	-0.5	-0.6	-0.5	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.5	-0.6		
Q_{sol}	170.5	174.4	213.3	225.7	253.8	242.5	263.2	257.8	221.0	208.9	172.2	162.8	2548.0	57.9
	-1.2	-1.2	-1.5	-1.6	-1.8	-1.7	-1.9	-1.8	-1.6	-1.5	-1.2	-1.2		
Q_{edif}	-9.1	-4.3	-6.4	22.5	-47.7	15.8	-12.3	0.0	13.0	14.8	12.3	1.5		
Q_H	161.8	106.8	92.6	26.0	15.0	--	--	--	--	--	31.3	126.3	559.7	12.7
Q_C	--	--	--	--	--	-77.0	-199.5	-212.6	-89.7	--	--	--	-578.8	-13.2
Q_{HC}	161.8	106.8	92.6	26.0	15.0	77.0	199.5	212.6	89.7	--	31.3	126.3	1138.5	25.9

Vivienda 7 (2-B) ($A_f = 42.90 \text{ m}^2$; $V = 109.06 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 236.80 \text{ m}^2$; $C_m = 20538.635 \text{ kJ/K}$; $A_m = 204.86 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.1	1.2	2.9	2.7	5.9	26.4	39.8	37.5	21.4	2.4	2.2	0.5	-1154.6	-26.9
	-154.2	-135.1	-145.9	-133.6	-110.7	-67.1	-49.4	-48.4	-62.5	-123.4	-122.1	-145.0		
$Q_{tr,w}$	0.1	0.6	1.6	1.5	3.3	15.6	24.1	22.9	12.7	1.3	1.2	0.3	-684.9	-16.0
	-92.0	-80.4	-86.9	-80.1	-66.5	-38.8	-28.5	-27.9	-36.3	-73.9	-72.3	-86.4		
$Q_{tr,ac}$	11.5	11.4	10.7	9.4	4.9	5.9	5.4	6.7	9.0	14.8	15.6	12.4	54.5	1.3
	-1.0	-0.9	-2.1	-5.0	-9.5	-13.6	-12.6	-8.4	-6.6	-2.0	-1.0	-0.8		
Q_{ve}	0.1	0.7	1.8	1.8	3.8	20.0	32.7	30.9	16.5	1.5	1.4	0.3	-1403.5	-32.7
	-118.2	-102.6	-110.4	-100.7	-85.3	-203.4	-163.6	-158.9	-177.6	-92.5	-91.1	-110.5		
$Q_{int,s}$	152.8	138.7	153.7	149.0	152.8	149.0	153.7	152.8	149.9	152.8	148.1	154.6	1800.6	42.0
	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6		
Q_{sol}	85.2	92.2	116.3	124.4	141.0	140.1	147.1	137.7	120.4	110.5	87.5	80.8	1371.8	32.0
	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-1.1	-1.1	-1.2	-1.1	-1.0	-0.9	-0.7	-0.7		
Q_{edif}	-6.4	-4.0	-7.9	19.7	-47.2	20.3	-12.4	0.5	12.8	10.1	13.6	0.9		
Q_H	123.4	79.5	67.6	12.6	9.3	--	--	--	--	--	18.4	94.2	405.0	9.4
Q_C	--	--	--	--	--	-52.6	-134.6	-143.6	-58.1	--	--	--	-388.9	-9.1
Q_{HC}	123.4	79.5	67.6	12.6	9.3	52.6	134.6	143.6	58.1	--	18.4	94.2	793.9	18.5

Vivienda 8 (2-C) ($A_f = 31.21 \text{ m}^2$; $V = 80.07 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 144.32 \text{ m}^2$; $C_m = 13656.013 \text{ kJ/K}$; $A_m = 127.73 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.0	0.4	1.5	1.2	4.1	20.0	30.8	27.7	13.7	0.7	0.9	0.2	-1144.9	-36.7
	-144.6	-128.9	-138.8	-124.3	-102.3	-63.7	-48.5	-48.7	-65.3	-123.3	-120.1	-137.4		
$Q_{tr,w}$	0.0	0.1	0.6	0.4	1.6	8.6	13.9	12.7	6.2	0.2	0.3	0.1	-488.8	-15.7
	-62.4	-55.5	-59.8	-53.8	-44.4	-26.6	-20.1	-20.2	-27.3	-53.1	-51.3	-59.2		
$Q_{tr,ac}$	6.5	4.7	3.8	4.0	3.3	1.4	0.4	0.3	0.2	4.0	5.5	6.6	-92.2	-3.0
	-6.9	-8.4	-9.6	-8.1	-8.3	-14.8	-14.4	-13.4	-15.9	-14.0	-11.6	-7.7		
Q_{ve}	--	0.3	1.3	1.0	3.7	23.3	41.1	39.0	18.2	0.5	0.7	0.1	-1588.8	-50.9
	-164.5	-145.1	-155.7	-138.6	-115.3	-161.8	-130.4	-129.4	-154.5	-135.5	-132.0	-155.3		
$Q_{int,s}$	111.2	100.9	111.8	108.4	111.2	108.4	111.8	111.2	109.1	111.2	107.7	112.5	1309.5	42.0
	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
Q_{sol}	175.2	172.2	188.7	173.1	164.9	149.3	167.0	186.5	188.5	202.0	177.2	166.5	2092.6	67.1
	-1.5	-1.5	-1.7	-1.5	-1.4	-1.3	-1.5	-1.6	-1.7	-1.8	-1.6	-1.5		
Q_{edif}	-7.5	-3.5	-2.4	15.9	-31.1	10.0	-8.5	-0.7	7.9	9.6	8.9	1.3		
Q_H	95.0	64.8	60.7	22.8	14.5	--	--	--	--	--	15.9	74.2	347.9	11.1
Q_C	--	--	--	--	--	-52.4	-141.2	-162.8	-78.7	--	--	--	-435.2	-13.9
Q_{HC}	95.0	64.8	60.7	22.8	14.5	52.4	141.2	162.8	78.7	--	15.9	74.2	783.0	25.1

Zona habitable 1 ($A_f = 53.60 \text{ m}^2$; $V = 148.85 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 211.61 \text{ m}^2$; $C_m = 17044.153 \text{ kJ/K}$; $A_m = 116.15 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	0.0	0.7	2.1	2.0	5.2	26.8	40.1	36.4	18.9	1.3	1.3	0.3	-1333.7	-24.9
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	-----	-----	-----	---------	-------



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh /año)	(kWh/(m ² -a))											
$Q_{tr,w}$	-170.7	-151.8	-163.3	-150.0	-124.1	-74.0	-56.2	-56.9	-74.3	-144.5	-140.6	-162.5		
	--	0.3	1.3	1.2	3.8	24.0	38.3	35.1	17.1	0.7	0.8	0.1	-1287.7	-24.0
	-168.0	-148.5	-159.2	-145.2	-120.2	-66.6	-49.8	-50.4	-67.4	-139.6	-136.4	-159.3		
$Q_{tr,ac}$	11.3	9.6	10.5	7.8	6.2	12.4	8.2	7.2	10.3	10.2	9.6	10.2	-211.0	-3.9
	-14.6	-20.3	-27.3	-30.4	-38.8	-26.7	-26.2	-24.5	-28.8	-38.6	-30.1	-18.1		
Q_{ve}	--	0.3	1.1	1.0	3.3	24.6	43.2	40.4	18.9	0.5	0.6	0.1	-1925.6	-35.9
	-171.3	-150.6	-160.7	-145.2	-122.3	-244.9	-200.7	-199.8	-227.3	-138.6	-136.3	-161.8		
$Q_{int,s}$	190.9	173.3	192.0	186.2	190.9	186.2	192.0	190.9	187.3	190.9	185.0	193.2	2240.4	41.8
	-1.6	-1.4	-1.6	-1.5	-1.6	-1.5	-1.6	-1.6	-1.5	-1.6	-1.5	-1.6		
Q_{sol}	218.8	215.5	243.6	232.7	222.1	202.0	217.8	242.4	241.8	252.2	219.8	209.3	2673.4	49.9
	-3.6	-3.5	-4.0	-3.8	-3.6	-3.3	-3.6	-4.0	-4.0	-4.1	-3.6	-3.4		
Q_{edif}	-9.2	-3.7	-4.8	20.4	-38.7	13.0	-11.4	-0.3	10.2	11.4	11.6	1.4		
Q_H	117.9	80.2	70.3	25.0	17.7	--	--	--	--	--	19.8	92.0	422.9	7.9
Q_C	--	--	--	--	--	-72.1	-190.2	-215.1	-101.3	--	--	--	-578.7	-10.8
Q_{HC}	117.9	80.2	70.3	25.0	17.7	72.1	190.2	215.1	101.3	--	19.8	92.0	1001.6	18.7

donde:

A_f : 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_{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 Cádiz (provincia de Cádiz), con una altura sobre el nivel del mar de 7 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 (archivo 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	V	b_{ve}	ren_h	$\Sigma Q_{ocup,s}$	ΣQ_{equip}	ΣQ_{ilum}	T° calef.	T° refrig.
(m ²)	(m ³)		(1/h)	(kWh /año)	(kWh /año)	(kWh /año)	media (°C)	media (°C)



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	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 ⁿ calef. media (°C)	T ⁿ refrig. media (°C)
Vivienda 1 (Bajo A) (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Hab ind Bajo A	8.76	26.31	1.00	0.73	115.9	126.6	126.6	19.0	26.0
Hab doble Bajo A	11.58	34.80	1.00	0.73	153.3	167.4	167.4	19.0	26.0
Salón S/FT Bajo A	14.25	42.81	1.00	0.73	188.6	205.9	205.9	19.0	26.0
Baño Bajo A	3.11	8.40	1.00	0.73	41.1	44.9	44.9	19.0	26.0
Pasillo Bajo A	3.21	8.67	1.00	0.73	42.4	46.3	46.3	19.0	26.0
Salón FT Bajo A	6.08	16.45	1.00	0.73	80.5	87.9	87.9	19.0	26.0
Cocina Bajo A	7.30	19.65	1.00	0.73	96.7	105.6	105.6	19.0	26.0
	54.28	157.10	1.00	0.73/1.099 [*] /4 ^{**}	718.6	784.6	784.6	19.0	26.0

Vivienda 2 (Bajo B) (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Hab ind Bajo B	8.68	26.09	1.00	0.75	114.9	125.5	125.5	19.0	26.0
Hab doble Bajo B	11.58	34.80	1.00	0.75	153.3	167.4	167.4	19.0	26.0
Salón S/FT Bajo B	13.86	41.66	1.00	0.75	183.5	200.4	200.4	19.0	26.0
Baño Bajo B	2.98	8.07	1.00	0.75	39.5	43.1	43.1	19.0	26.0
Cocina Bajo B	7.30	19.75	1.00	0.75	96.7	105.6	105.6	19.0	26.0
Pasillo Bajo B	2.89	7.81	1.00	0.75	38.3	41.8	41.8	19.0	26.0
Salón FT Bajo B	5.88	15.90	1.00	0.75	77.8	85.0	85.0	19.0	26.0
	53.18	154.08	1.00	0.75/1.112 [*] /4 ^{**}	704.1	768.7	768.7	19.0	26.0

Vivienda 3 (1-A) (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Salón S/FT 1-A	13.02	38.07	1.00	0.53	172.3	188.1	188.1	19.0	26.0
Hab 1-A	11.74	34.33	1.00	0.53	155.4	169.6	169.6	19.0	26.0
Baño 1-A	3.75	9.83	1.00	0.53	49.6	54.1	54.1	19.0	26.0
Cocina 1-A	6.58	17.27	1.00	0.53	87.2	95.2	95.2	19.0	26.0
Salón FT 1-A	7.18	18.85	1.00	0.53	95.1	103.8	103.8	19.0	26.0
Pasillo 1-A	1.73	4.53	1.00	0.53	22.8	24.9	24.9	19.0	26.0
	43.99	122.88	1.00	0.53/0.921 [*] /4 ^{**}	582.4	635.9	635.9	19.0	26.0

Vivienda 4 (1-B) (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Salón S/FT 1-B	12.60	36.85	1.00	0.55	166.8	182.1	182.1	19.0	26.0
Hab 1-B	11.41	33.37	1.00	0.55	151.0	164.9	164.9	19.0	26.0
Baño 1-B	3.68	9.66	1.00	0.55	48.7	53.2	53.2	19.0	26.0
Cocina 1-B	6.65	17.45	1.00	0.55	88.0	96.1	96.1	19.0	26.0
Salón FT 1-B	7.03	18.45	1.00	0.55	93.1	101.6	101.6	19.0	26.0
Pasillo 1-B	1.53	4.02	1.00	0.55	20.3	22.1	22.1	19.0	26.0
	42.90	119.79	1.00	0.55/0.937 [*] /4 ^{**}	567.9	620.0	620.0	19.0	26.0

Vivienda 5 (1-C) (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Salón S/FT 1-C	19.89	58.17	1.00	1.04	263.3	287.4	287.4	19.0	26.0
Baño 1-C	3.61	9.47	1.00	1.04	47.8	52.2	52.2	19.0	26.0
Cocina 1-C	5.15	13.52	1.00	1.04	68.2	74.5	74.5	19.0	26.0



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	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)
Pasillo 1-C	2.56	6.72	1.00	1.04	33.9	37.0	37.0	19.0	26.0
	31.21	87.87	1.00	1.04/1.369 ^{*/4**}	413.1	451.1	451.1	19.0	26.0

Vivienda 6 (2-A) (Zona habitable, Perfil: Residencial)

Hab 2-A	11.74	31.40	1.00	0.58	155.4	169.6	169.6	19.0	26.0
Salón S/FT 2-A	13.02	34.82	1.00	0.58	172.3	188.1	188.1	19.0	26.0
Cocina 2-A	6.58	15.63	1.00	0.58	87.2	95.2	95.2	19.0	26.0
Baño 2-A	3.75	8.89	1.00	0.58	49.6	54.1	54.1	19.0	26.0
Salón FT 2-A	7.18	17.05	1.00	0.58	95.1	103.8	103.8	19.0	26.0
Pasillo 2-A	1.73	4.10	1.00	0.58	22.8	24.9	24.9	19.0	26.0
	43.99	111.88	1.00	0.58/0.969 ^{*/4**}	582.4	635.8	635.8	19.0	26.0

Vivienda 7 (2-B) (Zona habitable, Perfil: Residencial)

Hab 2-B	11.39	30.47	1.00	0.60	150.8	164.6	164.6	19.0	26.0
Cocina 2-B	6.65	15.79	1.00	0.60	88.0	96.1	96.1	19.0	26.0
Baño 2-B	3.68	8.74	1.00	0.60	48.7	53.2	53.2	19.0	26.0
Salón S/FT 2-B	12.60	33.70	1.00	0.60	166.8	182.1	182.1	19.0	26.0
Salón FT 2-B	7.03	16.69	1.00	0.60	93.1	101.6	101.6	19.0	26.0
Pasillo 2-B	1.55	3.68	1.00	0.60	20.5	22.4	22.4	19.0	26.0
	42.90	109.06	1.00	0.60/0.986 ^{*/4**}	567.9	620.0	620.0	19.0	26.0

Vivienda 8 (2-C) (Zona habitable, Perfil: Residencial)

Baño 2-C	3.61	8.57	1.00	1.14	47.8	52.2	52.2	19.0	26.0
Cocina 2-C	5.15	12.24	1.00	1.14	68.2	74.5	74.5	19.0	26.0
Salón S/FT 2-C	19.89	53.19	1.00	1.14	263.3	287.4	287.4	19.0	26.0
Pasillo 2-C	2.56	6.08	1.00	1.14	33.9	37.0	37.0	19.0	26.0
	31.21	80.07	1.00	1.14/1.459 ^{*/4**}	413.1	451.1	451.1	19.0	26.0

Zona habitable 1 (Zona habitable, Perfil: Residencial)

Hall entrada	15.31	41.22	1.00	0.63	202.7	221.3	221.3	19.0	26.0
Escaleras bajo	9.71	29.21	1.00	0.63	128.5	140.3	140.3	19.0	26.0
Pasillo 1	4.57	11.85	1.00	0.63	60.5	66.1	66.1	19.0	26.0
Escaleras 1	9.71	29.13	1.00	0.63	128.5	140.3	140.3	19.0	26.0
Pasillo 2	4.57	10.71	1.00	0.63	60.5	66.1	66.1	19.0	26.0
Escaleras 2	9.72	26.73	1.00	0.63	128.7	140.5	140.5	19.0	26.0
	53.60	148.85	1.00	0.63/1.014 ^{*/4**}	709.5	774.7	774.7	19.0	26.0

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.



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

- *: 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_{illum} : 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.

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	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	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		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

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 (-22.7 kWh/(m²·año)) supone el 48.4% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-47.0 kWh/(m²·año)).



	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)
Vivienda 1 (Bajo A)										
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.64	77.62	0.45	-144.4	0.4	V	E(107.98)	0.18	8.5
Medianería de dos hojas de fábrica		7.48	89.51							
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.43	63.19							
Tabique de una hoja, con revestimiento		30.50	42.11							
Losa de cimentación		46.97	225.30	0.40	-689.0					
Forjado unidireccional		30.52	150.56	1.20	134.5					Desde 'Vivienda 3 (1-A)'
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.80	77.62	0.45	-30.2	0.4	V	N(17.98)	0.46	0.9
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		10.06	98.44	0.72	35.6					Desde 'Zona habitable 1'
Tabique de una hoja, con revestimiento		30.50	84.06							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		27.99	77.62	0.45	-467.7	0.4	V	O(-72.02)	1.00	103.4
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.59	77.62	0.45	-143.5	0.4	V	S(-162.02)	0.94	51.1
Forjado unidireccional		1.55	150.56	1.20	13.7					Desde 'Vivienda 5 (1-C)'
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		6.67	99.16	0.46	-112.8	0.4	V	O(-72.02)	1.00	24.9
Medianería de dos hojas de fábrica		4.25	111.00							
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.44	83.86							
Forjado unidireccional		11.52	51.46	0.95	40.4					Desde 'Vivienda 3 (1-A)'
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		3.60	99.16	0.46	-60.7	0.4	V	S(-162.02)	0.98	22.6
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		13.60	98.50	0.73	48.8					Desde 'Zona habitable 1'
Losa de cimentación		7.30	239.06	0.40	-107.1					
Forjado unidireccional		7.30	51.46	0.95	51.3					Desde 'Vivienda 5 (1-C)'
					-1755.4					+324.3*
										211.4

Vivienda 2 (Bajo B)

Medianería de dos hojas de fábrica		35.32	89.51							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.64	77.62	0.45	-141.8	0.4	V	O(-72.02)	0.19	6.1
Tabique de una hoja, con revestimiento		30.58	42.11							
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.41	63.19							
Losa de cimentación		53.19	225.30	0.40	-766.2					
Forjado unidireccional		30.06	150.56	1.20	127.9					Desde 'Vivienda 4 (1-B)'
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.80	77.62	0.45	-29.6	0.4	V	N(17.98)	0.46	0.9
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		10.10	98.44	0.72	38.5					Desde 'Zona habitable 1'
Tabique de una hoja, con revestimiento		30.58	84.06							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.30	77.62	0.45	-136.3	0.4	V	S(-162.02)	0.93	49.1
Forjado unidireccional		1.48	150.56	1.20	13.5					Desde 'Vivienda 5 (1-C)'
Medianería de dos hojas de fábrica		10.78	111.00							
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.41	83.86							
Forjado unidireccional		10.90	51.46	0.95	36.9					Desde 'Vivienda 4 (1-B)'
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		3.62	99.16	0.46	-60.0	0.4	V	S(-162.02)	0.99	22.9
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		13.57	98.50	0.73	52.4					Desde 'Zona habitable 1'
Forjado unidireccional		6.98	51.46	0.95	50.5					Desde 'Vivienda 5 (1-C)'



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

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)
-1134.0 +319.7*									78.9

Vivienda 3 (1-A)

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		33.72	77.62	0.45	-615.6	0.4	V	O(-72.02)	1.00	124.5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		2.78	77.62	0.45	-50.8	0.4	V	S(-162.02)	0.98	17.3
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		2.82	77.62	0.45	-51.5	0.4	V	S(-162.02)	0.93	16.6
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		0.63	77.62	0.45	-11.5	0.4	V	S(-162.02)	0.97	3.8
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		18.48	36.22	0.72	36.9	<i>Desde 'Vivienda 5 (1-C)'</i>				
Forjado unidireccional		30.52	116.83	1.20	-134.5	<i>Hacia 'Vivienda 1 (Bajo A)'</i>				
Forjado unidireccional		11.52	109.64	0.95	-40.4	<i>Hacia 'Vivienda 1 (Bajo A)'</i>				
Forjado unidireccional		24.75	150.56	1.20	20.0	<i>Desde 'Vivienda 6 (2-A)'</i>				
Medianería de dos hojas de fábrica		11.88	89.51							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		6.77	77.62	0.45	-123.6	0.4	V	E(107.98)	0.27	9.7
Tabique de una hoja, con revestimiento		26.99	106.46							
Tabique de una hoja, con revestimiento		1.00	42.11							
Tabique de una hoja, con revestimiento		26.98	41.56							
Tabique de una hoja, con revestimiento		7.67	62.65							
Forjado unidireccional		19.24	51.46	0.95	12.4	<i>Desde 'Vivienda 6 (2-A)'</i>				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.78	99.16	0.46	-32.9	0.4	V	E(107.98)	0.20	1.9
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.78	99.16	0.46	-33.0	0.4	V	N(17.98)	0.46	0.9
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		7.59	36.15	0.72	8.0	<i>Desde 'Zona habitable 1'</i>				
Tabique de una hoja, con revestimiento		7.67	106.25							
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.60	36.22	0.72	1.7	<i>Desde 'Zona habitable 1'</i>				
Tabique de una hoja, con revestimiento		1.00	84.06							
-918.8 -96.0*									174.7	

Vivienda 4 (1-B)

Medianería de dos hojas de fábrica		45.31	89.51							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		0.89	77.62	0.45	-15.9	0.4	V	S(-162.02)	0.96	5.4
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		2.82	77.62	0.45	-50.4	0.4	V	S(-162.02)	0.93	16.5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		2.24	77.62	0.45	-40.0	0.4	V	S(-162.02)	0.97	13.7
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		7.46	36.22	0.72	17.1	<i>Desde 'Vivienda 5 (1-C)'</i>				
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		10.79	55.06	0.73	25.1	<i>Desde 'Vivienda 5 (1-C)'</i>				
Forjado unidireccional		30.06	116.83	1.20	-127.9	<i>Hacia 'Vivienda 2 (Bajo B)'</i>				
Forjado unidireccional		10.90	109.64	0.95	-36.9	<i>Hacia 'Vivienda 2 (Bajo B)'</i>				
Forjado unidireccional		23.98	150.56	1.20	1.8	<i>Desde 'Vivienda 7 (2-B)'</i>				
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		6.77	77.62	0.45	-120.9	0.4	V	O(-72.02)	0.19	4.8
Tabique de una hoja, con revestimiento		26.99	106.46							
Tabique de una hoja, con revestimiento		0.71	42.11							
Tabique de una hoja, con revestimiento		26.99	41.56							



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	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, con revestimiento		7.67	106.25								
Forjado unidireccional		18.89	51.46	0.95	1.1					Desde 'Vivienda 7 (2-B)'	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.78	99.16	0.46	-32.2	0.4	V	N(17.98)	0.46	0.9	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.78	99.16	0.46	-32.1	0.4	V	O(-72.02)	0.19	1.3	
Tabique de una hoja, con revestimiento		7.67	62.65								
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		7.37	98.50	0.73	10.1					Desde 'Zona habitable 1'	
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.65	98.44	0.72	2.2					Desde 'Zona habitable 1'	
Tabique de una hoja, con revestimiento		0.71	84.06								
					-291.5					-107.4*	42.6

Vivienda 5 (1-C)

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		7.03	77.62	0.45	-138.7	0.4	V	S(-162.02)	0.99	43.9	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		2.82	77.62	0.45	-55.6	0.4	V	S(-162.02)	0.93	16.5	
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.03	77.62	0.45	-158.3	0.4	V	S(-162.02)	0.99	50.2	
Tabique de una hoja, con revestimiento		9.87	106.46								
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		18.48	98.44	0.72	-36.9					Hacia 'Vivienda 3 (1-A)'	
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		7.46	98.44	0.72	-17.1					Hacia 'Vivienda 4 (1-B)'	
Forjado unidireccional		1.55	116.83	1.20	-13.7					Hacia 'Vivienda 1 (Bajo A)'	
Forjado unidireccional		7.30	109.64	0.95	-51.3					Hacia 'Vivienda 1 (Bajo A)'	
Forjado unidireccional		9.95	109.64	0.95	-18.1					Hacia 'Zona habitable 1'	
Forjado unidireccional		6.98	109.64	0.95	-50.5					Hacia 'Vivienda 2 (Bajo B)'	
Forjado unidireccional		1.48	116.83	1.20	-13.5					Hacia 'Vivienda 2 (Bajo B)'	
Forjado unidireccional		19.89	150.56	1.20	3.1					Desde 'Vivienda 8 (2-C)'	
Tabique de una hoja, con revestimiento		9.87	41.56								
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		2.57	98.50	0.73	-2.5					Hacia 'Zona habitable 1'	
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		10.79	98.50	0.73	-25.1					Hacia 'Vivienda 4 (1-B)'	
Forjado unidireccional		11.33	51.46	0.95	1.4					Desde 'Vivienda 8 (2-C)'	
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		8.06	98.44	0.72	-7.7					Hacia 'Zona habitable 1'	
					-352.7					-231.9*	110.6

Vivienda 6 (2-A)

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		30.84	77.62	0.45	-578.6	0.4	V	O(-72.02)	1.00	113.9
Medianería de dos hojas de fábrica		10.86	89.51							
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		6.09	77.62	0.45	-114.2	0.4	V	E(107.98)	0.53	17.3
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.43	106.46							
Tabique de una hoja, con revestimiento		0.79	42.11							
Forjado unidireccional		24.75	116.83	1.20	-20.0					Hacia 'Vivienda 3 (1-A)'
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		11.73	141.64	0.40	-196.1	0.6	H		0.88	128.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		5.49	77.62	0.45	-103.0	0.4	V	S(-162.02)	1.00	34.7
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		17.16	36.22	0.72	29.6					Desde 'Vivienda 8 (2-C)'



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	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. (Forjado unidireccional)		13.02	141.64	0.40	-217.5	0.6	H		0.92	147.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.63	99.16	0.46	-30.9	0.4	V	E(107.98)	0.39	3.5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.54	99.16	0.46	-29.3	0.4	V	N(17.66)	0.67	1.2
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.43	41.56							
Tabique de una hoja, con revestimiento		7.02	62.65							
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		6.76	98.50	0.73	3.5					Desde 'Zona habitable 1'
Forjado unidireccional		19.24	109.64	0.95	-12.4					Hacia 'Vivienda 3 (1-A)'
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		6.47	48.40	0.37	-100.1	0.6	H		0.62	45.9
Tabique de una hoja, con revestimiento		7.02	106.25							
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		3.75	48.40	0.37	-57.9	0.6	H		0.85	36.1
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.16	98.44	0.72	0.6					Desde 'Zona habitable 1'
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		7.13	48.40	0.37	-110.1	0.6	H		0.80	65.3
Tabique de una hoja, con revestimiento		0.79	84.06							
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		1.73	48.40	0.37	-26.7	0.6	H		0.72	14.2
					-1564.3	+ 1.3*				607.4

Vivienda 7 (2-B)

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		6.09	77.62	0.45	-109.9	0.4	V	O(-72.02)	0.38	8.6
Medianería de dos hojas de fábrica		41.44	89.51							
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.45	106.46							
Tabique de una hoja, con revestimiento		0.53	42.11							
Forjado unidireccional		23.98	116.83	1.20	-1.8					Hacia 'Vivienda 4 (1-B)'
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		11.39	141.64	0.40	-183.2	0.6	H		0.88	124.1
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.54	99.16	0.46	-28.2	0.4	V	N(17.98)	0.46	0.8
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		1.63	99.16	0.46	-29.7	0.4	V	O(-72.02)	0.19	1.2
Tabique de una hoja, con revestimiento		24.45	41.56							
Tabique de una hoja, con revestimiento		7.02	62.65							
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		6.75	98.50	0.73	8.7					Desde 'Zona habitable 1'
Forjado unidireccional		18.89	109.64	0.95	-1.1					Hacia 'Vivienda 4 (1-B)'
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		6.54	48.40	0.37	-97.3	0.6	H		0.78	58.5
Tabique de una hoja, con revestimiento		7.02	106.25							
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		3.68	48.40	0.37	-54.8	0.6	H		0.84	35.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		3.19	77.62	0.45	-57.6	0.4	V	S(-162.02)	1.00	20.2
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		2.04	77.62	0.45	-36.9	0.4	V	S(-162.02)	0.98	12.7



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	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, con trasdosado en una cara		6.82	36.22	0.72	16.9	Desde 'Vivienda 8 (2-C)'			
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		9.87	55.06	0.73	24.8	Desde 'Vivienda 8 (2-C)'			
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		12.60	141.64	0.40	-202.6	0.6	H	0.92	143.5
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.36	98.44	0.72	1.7	Desde 'Zona habitable 1'			
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		6.97	48.40	0.37	-103.7	0.6	H	0.89	70.9
Tabique de una hoja, con revestimiento		0.53	84.06						
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		1.55	48.40	0.37	-23.1	0.6	H	0.64	11.3
					-927.1	+49.2*			487.0

Vivienda 8 (2-C)

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		2.35	98.50	0.73	-2.9	Hacia 'Zona habitable 1'			
Tabique de una hoja, con revestimiento		8.90	41.56						
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		9.87	98.50	0.73	-24.8	Hacia 'Vivienda 7 (2-B)'			
Forjado unidireccional		11.33	109.64	0.95	-1.4	Hacia 'Vivienda 5 (1-C)'			
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		3.38	48.40	0.37	-56.0	0.6	H	0.99	38.3
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		17.16	98.44	0.72	-29.6	Hacia 'Vivienda 6 (2-A)'			
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		6.97	98.44	0.72	-8.4	Hacia 'Zona habitable 1'			
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		4.34	48.40	0.37	-71.8	0.6	H	0.90	44.5
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.70	77.62	0.45	-174.7	0.4	V S(-162.02)	1.00	55.0
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		7.24	77.62	0.45	-145.3	0.4	V S(-162.02)	1.00	45.8
Tabique de una hoja, con revestimiento		8.90	106.46						
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		6.82	98.44	0.72	-16.9	Hacia 'Vivienda 7 (2-B)'			
Forjado unidireccional		19.89	116.83	1.20	-3.1	Hacia 'Vivienda 5 (1-C)'			
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		19.89	141.64	0.40	-355.5	0.6	H	0.92	225.5
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		1.98	48.40	0.37	-32.7	0.6	H	0.95	21.4
					-835.9	-87.1*			430.5

Zona habitable 1

Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		4.29	77.62	0.45	-82.7	0.4	V S(-162.02)	0.94	25.5
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		10.06	36.22	0.72	-35.6	Hacia 'Vivienda 1 (Bajo A)'			
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		13.60	55.06	0.73	-48.8	Hacia 'Vivienda 1 (Bajo A)'			
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		13.57	55.06	0.73	-52.4	Hacia 'Vivienda 2 (Bajo B)'			
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		10.10	36.22	0.72	-38.5	Hacia 'Vivienda 2 (Bajo B)'			
Losa de cimentación		25.02	239.06	0.40	-423.4				
Forjado unidireccional		9.95	51.46	0.95	18.1	Desde 'Vivienda 5 (1-C)'			
Forjado unidireccional		9.13	56.60						



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	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 revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		17.33	77.62	0.45	-334.1	0.4	V	N(17.98)	0.46	8.9
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.60	98.44	0.72	-1.7					Hacia 'Vivienda 3 (1-A)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		8.06	36.22	0.72	7.7					Desde 'Vivienda 5 (1-C)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		2.57	55.06	0.73	2.5					Desde 'Vivienda 5 (1-C)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.65	36.22	0.72	-2.2					Hacia 'Vivienda 4 (1-B)'
Forjado unidireccional		9.13	236.56							
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		7.59	103.47	0.72	-8.0					Hacia 'Vivienda 3 (1-A)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		7.37	55.06	0.73	-10.1					Hacia 'Vivienda 4 (1-B)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		6.97	36.22	0.72	8.4					Desde 'Vivienda 8 (2-C)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		2.35	55.06	0.73	2.9					Desde 'Vivienda 8 (2-C)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.36	36.22	0.72	-1.7					Hacia 'Vivienda 7 (2-B)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		1.16	36.22	0.72	-0.6					Hacia 'Vivienda 6 (2-A)'
Forjado unidireccional		0.82	56.60	1.12	-39.7					
Forjado unidireccional		3.52	55.69	1.40	-210.1					
Fachada revestida con mortero monocapa, de dos hojas de fábrica, con cámara de aire no ventilada		8.62	77.62	0.45	-166.1	0.4	V	N(18.06)	0.49	4.7
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		6.75	55.06	0.73	-8.7					Hacia 'Vivienda 7 (2-B)'
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara		6.76	55.06	0.73	-3.5					Hacia 'Vivienda 6 (2-A)'
-1256.2 -172.1*										39.1

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 (-17.4 kWh/(m²·año)) supone el 37.0% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-47.0 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 1 (Bajo A)													
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.26	3.30	0.31	5.70	-183.4	0.77	0.4	V	E(107.98)	0.82	0.42	254.1
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.16	3.30	0.37	5.70	-173.5	0.77	0.4	V	N(17.98)	1.00	0.82	227.5
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		2.05	2.33	0.28	2.33	-171.5	0.77	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.96	996.7
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	14.7							Desde 'Zona habitable 1'
Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		2.05	2.50	0.28	5.70	-249.6	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.99	346.1
-778.0 +14.7*												1824.4	



	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	l. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{Sol} (kWh /año)
Vivienda 2 (Bajo B)													
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.26	3.30	0.31	5.70	-181.5	0.77	0.4	V	O(-72.02)	0.82	0.49	236.0
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.16	3.30	0.37	5.70	-171.7	0.77	0.4	V	N(17.98)	1.00	0.82	227.5
Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		2.05	2.50	0.28	5.70	-247.0	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.96	335.4
Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		2.05	2.50	0.28	5.70	-247.0	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.99	346.8
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	15.8	Desde 'Zona habitable 1'						
						-847.2	+15.8*						1145.8

Vivienda 3 (1-A)

Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		2.42	3.30	0.21	5.70	-361.1	0.77	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.98	1333.1
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.26	3.30	0.31	5.70	-201.1	0.77	0.4	V	E(107.98)	0.82	0.46	282.3
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.16	3.30	0.37	5.70	-190.2	0.77	0.4	V	N(17.98)	1.00	0.82	227.5
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	4.3	Desde 'Zona habitable 1'						
						-752.4	+4.3*						1843.0

Vivienda 4 (1-B)

Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		2.42	2.50	0.21	5.70	-297.6	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.98	425.1
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.26	3.30	0.31	5.70	-198.9	0.77	0.4	V	O(-72.02)	0.82	0.49	236.0
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.16	3.30	0.37	5.70	-188.2	0.77	0.4	V	N(17.98)	1.00	0.82	227.5
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	5.6	Desde 'Zona habitable 1'						
						-684.7	+5.6*						888.6

Vivienda 5 (1-C)

Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		1.26	2.50	0.31	5.70	-186.0	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.67	0.99	190.4
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		2.42	3.30	0.21	5.70	-386.5	0.77	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.98	1333.0
Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		1.26	2.50	0.31	5.70	-186.0	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.67	0.99	190.8
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-3.9	Hacia 'Zona habitable 1'						
						-758.6	-3.9*						1714.1

Vivienda 6 (2-A)

Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.26	3.30	0.31	5.70	-204.9	0.77	0.4	V	E(107.98)	0.82	0.62	382.1
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		2.42	2.33	0.21	2.33	-225.8	0.77	0.4	V	S(-162.02)	0.74	1.00	1332.9



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	Tipo	S (m ²)	U _g (W/ (m ² .K))	F _F (%)	U _r (W/ (m ² .K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.15	3.30	0.37	5.70	-192.0	0.77	0.4	V	N(17.66)	1.00	0.89	243.8
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	2.1	<i>Desde 'Zona habitable 1'</i>						
						-622.6	+2.1*						1958.8
<hr/>													
Vivienda 7 (2-B)													
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.26	3.30	0.31	5.70	-199.5	0.77	0.4	V	O(-72.02)	0.82	0.50	237.2
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.15	3.30	0.37	5.70	-187.0	0.77	0.4	V	N(17.98)	1.00	0.82	225.9
Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		2.42	2.50	0.21	5.70	-298.4	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.74	1.00	432.9
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	5.3	<i>Desde 'Zona habitable 1'</i>						
						-684.9	+5.3*						896.1
<hr/>													
Vivienda 8 (2-C)													
Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S		2.52	2.33	0.31	2.33	-249.6	0.23	0.4	V	S(-162.02)	0.67	1.00	347.6
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		2.42	2.33	0.21	2.33	-239.2	0.77	0.4	V	S(-162.02)	0.74	1.00	1332.9
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-5.0	<i>Hacia 'Zona habitable 1'</i>						
						-488.8	-5.0*						1680.6
<hr/>													
Zona habitable 1													
Doble acristalamiento de seguridad (laminar) "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/laminar incoloro 3+3 laminar		3.38	3.20	0.16	5.70	-498.3	0.73	0.4	V	S(-162.02)	0.74	0.98	1848.8
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-14.7	<i>Hacia 'Vivienda 1 (Bajo A)'</i>						
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-15.8	<i>Hacia 'Vivienda 2 (Bajo B)'</i>						
Puerta cortafuegos, de acero galvanizado		1.72		1.00	2.34	-164.0		0.6	V	N(17.98)	0.00	0.69	17.4
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		2.52	3.30	0.31	5.70	-417.0	0.77	0.4	V	N(17.98)	1.00	0.82	537.8
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-4.3	<i>Hacia 'Vivienda 3 (1-A)'</i>						
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	3.9	<i>Desde 'Vivienda 5 (1-C)'</i>						
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-5.6	<i>Hacia 'Vivienda 4 (1-B)'</i>						
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	5.0	<i>Desde 'Vivienda 8 (2-C)'</i>						
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-5.3	<i>Hacia 'Vivienda 7 (2-B)'</i>						
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.68		1.00	1.78	-2.1	<i>Hacia 'Vivienda 6 (2-A)'</i>						
Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4		1.26	3.30	0.31	5.70	-208.5	0.77	0.4	V	N(18.06)	1.00	0.84	274.8
						-1287.7	-38.9*						2678.8

donde:

S: Superficie del elemento.

U_g: Transmitancia térmica de la parte translúcida.

F_F: Fracción de parte opaca del elemento ligero.

U_r: 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 (-6.9 kWh/(m²·año)) supone el 14.6% de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-47.0 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 (-29.6 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el 23.2%.

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)
Vivienda 1 (Bajo A)				
Esquina entrante		6.01	-0.157	35.0
Suelo en contacto con el terreno		20.83	0.130	-100.5
Frente de forjado		8.46	0.572	-179.6
Frente de forjado		1.01	0.569	-21.2
Esquina saliente		3.00	0.090	-10.1
Frente de forjado		2.21	0.604	-49.5
Frente de forjado		5.11	0.599	-113.6
				-439.5

Vivienda 2 (Bajo B)				
Esquina entrante		6.01	-0.157	34.4
Suelo en contacto con el terreno		9.24	0.130	-43.8
Frente de forjado		1.01	0.569	-21.0
Frente de forjado		4.44	0.572	-92.5
				-122.8

Vivienda 3 (1-A)				
Esquina saliente		2.93	0.090	-10.7
Frente de forjado		8.46	0.297	-102.0
Frente de forjado		5.11	0.281	-58.3
Frente de forjado		12.29	0.572	-285.2
Frente de forjado		2.21	0.281	-25.2
Esquina entrante		2.62	-0.162	17.3
Frente de forjado		1.01	0.298	-12.2
Frente de forjado		1.00	0.602	-24.5
Frente de forjado		3.65	0.599	-88.8
				-589.5



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)
Vivienda 4 (1-B)				
Frente de forjado		4.44	0.297	-52.3
Frente de forjado		4.44	0.572	-100.6
Esquina entrante		2.62	-0.162	16.9
Frente de forjado		1.01	0.298	-12.0
Frente de forjado		1.01	0.602	-24.0
				-172.0

Vivienda 5 (1-C)				
Frente de forjado		1.69	0.281	-20.9
Frente de forjado		1.69	0.572	-42.4
				-63.2

Vivienda 6 (2-A)				
Frente de forjado		12.29	0.297	-152.2
Cubierta plana		13.44	0.673	-377.1
Esquina saliente		2.67	0.090	-10.1
Esquina entrante		2.37	-0.162	16.1
Frente de forjado		1.00	0.283	-11.8
Cubierta plana		0.96	0.790	-31.6
Frente de forjado		3.65	0.281	-42.9
Cubierta plana		3.65	0.785	-119.6
				-729.2

Vivienda 7 (2-B)				
Frente de forjado		4.44	0.297	-52.9
Cubierta plana		5.49	0.673	-148.2
Esquina entrante		2.37	-0.162	15.4
Frente de forjado		1.01	0.283	-11.4
Cubierta plana		0.96	0.790	-30.4
				-227.5

Vivienda 8 (2-C)				
Cubierta plana		2.40	0.522	-56.0
Frente de forjado		1.69	0.297	-22.4
Cubierta plana		7.69	0.673	-230.7
				-309.0

Zona habitable 1



	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)
Suelo en contacto con el terreno		6.14	0.130	-34.2
Frente de forjado		1.69	0.599	-43.3
				-77.5

donde:

L : Longitud del puente térmico lineal.

ψ : Transmitancia térmica lineal del puente térmico.

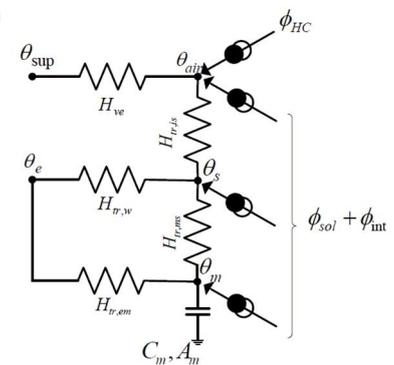
n : Número de puentes térmicos puntuales.

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.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Anexo 3 – Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

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
1.2.2.- Resultados numéricos del consumo energético por zona habitable y mes.	3
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	7
2.1.- Zonificación climática	7
2.2.- Demanda energética del edificio.	7
2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.	7
2.2.2.- Demanda energética de ACS.	8
2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.	8
2.4.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.	9
2.5.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.	9



1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

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

$$C_{ep,edificio} = 33.96 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 42.52 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



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, 397.26 m².

1.2.- Resultados mensuales.

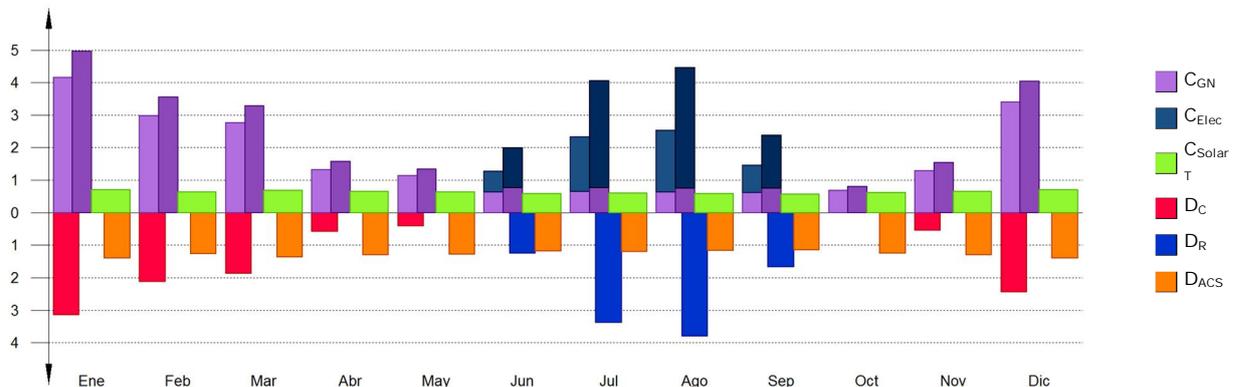
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.

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	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))
EDIFICIO (S _u = 397.26 m ² ; V = 1091.6 m ³)															
Demanda energética	C	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	--	--	--	--	--	217.3	965.0	4394.5	11.1
	R	--	--	--	--	--	497.2	1338.0	1505.6	663.8	--	--	--	4004.6	10.1
	ACS	551.7	498.3	540.2	511.6	505.6	467.1	471.2	459.7	456.0	494.3	511.7	551.7	6019.1	15.2



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

		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))
TOTAL		1796.5	1339.2	1278.2	739.5	666.1	964.3	1809.2	1965.3	1119.8	494.3	729.0	1516.7	14418.2	36.3
Solar térmica	EA _{ACS}	275.9	249.2	270.1	255.8	252.8	233.5	235.6	229.8	228.0	247.1	255.8	275.9	3009.6	7.6
	EF	275.9	249.2	270.1	255.8	252.8	233.5	235.6	229.8	228.0	247.1	255.8	275.9	3009.6	7.6
	%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	
Gas natural (f _{cep} = 1.19)	EA _C	1244.8	840.9	737.9	228.0	160.5	--	--	--	--	--	217.3	965.0	4394.5	11.1
	EA _{ACS}	275.9	249.2	270.1	255.8	252.8	233.5	235.6	229.8	228.0	247.1	255.8	275.9	3009.6	7.6
	EF	1652.9	1184.9	1095.7	525.8	449.3	253.9	256.1	249.8	247.8	268.6	514.3	1348.8	8047.9	20.3
	EP _{ren}	8.3	5.9	5.5	2.6	2.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	2.6	6.7	40.2	0.1
	EP _{nr}	1966.9	1410.0	1303.9	625.7	534.6	302.1	304.7	297.3	294.9	319.7	612.0	1605.0	9576.9	24.1
Electricidad (f _{cep} = 1.954)	EA _R	--	--	--	--	--	497.2	1338.0	1505.6	663.8	--	--	--	4004.6	10.1
	EF	--	--	--	--	--	248.6	669.0	752.8	331.9	--	--	--	2002.3	5.0
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	102.9	277.0	311.7	137.4	--	--	--	828.9	2.1
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	485.8	1307.2	1471.0	648.5	--	--	--	3912.5	9.8
	C _{ef,total}	1928.8	1434.0	1365.8	781.6	702.1	736.0	1160.7	1232.5	807.7	515.8	770.1	1624.6	13059.7	32.9
	C _{ep,ren}	284.1	255.1	275.6	258.4	255.1	337.7	513.8	542.8	366.6	248.5	258.4	282.6	3878.8	9.8
	C _{ep,nr}	1966.9	1410.0	1303.9	625.7	534.6	787.9	1611.9	1768.3	943.4	319.7	612.0	1605.0	13489.4	34.0

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).

1.2.2.- Resultados numéricos del consumo energético por zona habitable y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del consumo energético para cada vector energético utilizado en cada zona habitable del edificio, mostrando la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, mes a mes, junto con el total anual y su ponderación por m² de superficie habitable.

Para los vectores energéticos de origen renovable, se muestra también el porcentaje de la demanda energética satisfecha correspondiente al servicio asociado a dicho vector energético.

Se incluyen también las demandas energéticas correspondientes a los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, así como los totales para el consumo de energía final y los de energía primaria de origen renovable y no renovable en cada una de las zonas de cálculo del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² ·a))											
Vivienda 1 (Bajo A) (S _u = 54.28 m ² ; V = 157.1 m ³)															
Demanda energética	C	252.3	173.9	149.3	58.1	40.6	--	--	--	--	--	53.8	199.5	927.5	17.1
	R	--	--	--	--	--	60.0	169.5	193.1	81.0	--	--	--	503.6	9.3
	ACS	137.9	124.6	135.1	127.9	126.4	116.8	117.8	114.9	114.0	123.6	127.9	137.9	1504.8	27.7
	TOTAL	390.2	298.5	284.3	186.0	167.0	176.7	287.3	308.0	195.0	123.6	181.7	337.4	2935.8	54.1
Solar térmica	EA _{ACS}	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	13.9
	EF	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	13.9
	%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	
Gas natural (f _{cep} = 1.19)	EA _C	252.3	173.9	149.3	58.1	40.6	--	--	--	--	--	53.8	199.5	927.5	17.1
	EA _{ACS}	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	13.9



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·a)											
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EF	349.2	256.7	235.6	132.7	112.8	63.5	64.0	62.5	62.0	67.2	128.0	291.8	1826.0	33.6
	EP _{ren}	1.7	1.3	1.2	0.7	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.5	9.1	0.2
	EP _{nr}	415.6	305.5	280.4	157.9	134.2	75.5	76.2	74.3	73.7	79.9	152.3	347.3	2172.9	40.0
	EA _R	--	--	--	--	--	60.0	169.5	193.1	81.0	--	--	--	503.6	9.3
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EF	--	--	--	--	--	30.0	84.7	96.6	40.5	--	--	--	251.8	4.6
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	12.4	35.1	40.0	16.8	--	--	--	104.2	1.9
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	58.6	165.6	188.7	79.1	--	--	--	492.0	9.1
	C _{ef,total}	418.2	319.0	303.2	196.6	176.0	151.8	207.7	216.5	159.4	128.9	192.0	360.8	2830.1	52.1
C _{ep,ren}		70.7	63.6	68.7	64.6	63.8	71.1	94.3	97.7	74.1	62.1	64.6	70.4	865.8	15.9
C _{ep,nr}		415.6	305.5	280.4	157.9	134.2	134.1	241.8	263.0	152.8	79.9	152.3	347.3	2664.9	49.1

Vivienda 2 (Bajo B) ($S_u = 53.18 \text{ m}^2$; $V = 154.1 \text{ m}^3$)

Demanda energética	C	210.3	144.3	122.0	38.1	29.0	--	--	--	--	--	37.8	163.7	745.2	14.0
	R	--	--	--	--	--	45.4	131.5	148.3	63.6	--	--	--	388.8	7.3
	ACS	137.9	124.6	135.1	127.9	126.4	116.8	117.8	114.9	114.0	123.6	127.9	137.9	1504.8	28.3
	TOTAL	348.2	268.9	257.1	166.0	155.4	162.2	249.3	263.2	177.6	123.6	165.8	301.7	2638.8	49.6
Solar térmica	EA _{ACS}	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	14.1
	EF	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	14.1
	% 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	50.0
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA _C	210.3	144.3	122.0	38.1	29.0	--	--	--	--	--	37.8	163.7	745.2	14.0
	EA _{ACS}	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	14.1
	EF	303.5	224.6	206.0	110.9	100.2	63.5	64.0	62.5	62.0	67.2	110.6	252.9	1627.8	30.6
	EP _{ren}	1.5	1.1	1.0	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	1.3	8.1	0.2
	EP _{nr}	361.2	267.2	245.1	132.0	119.2	75.5	76.2	74.3	73.7	79.9	131.7	301.0	1937.1	36.4
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA _R	--	--	--	--	--	45.4	131.5	148.3	63.6	--	--	--	388.8	7.3
	EF	--	--	--	--	--	22.7	65.7	74.1	31.8	--	--	--	194.4	3.7
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	9.4	27.2	30.7	13.2	--	--	--	80.5	1.5
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	44.4	128.5	144.9	62.1	--	--	--	379.8	7.1
C _{ef,total}		372.5	286.9	273.5	174.8	163.4	144.6	188.7	194.1	150.7	128.9	174.6	321.9	2574.6	48.4
C _{ep,ren}		70.5	63.4	68.6	64.5	63.7	68.1	86.4	88.5	70.5	62.1	64.5	70.2	841.0	15.8
C _{ep,nr}		361.2	267.2	245.1	132.0	119.2	119.9	204.7	219.2	135.8	79.9	131.7	301.0	2317.0	43.6

Vivienda 3 (1-A) ($S_u = 43.99 \text{ m}^2$; $V = 122.9 \text{ m}^3$)

Demanda energética	C	128.2	85.6	77.4	21.5	15.7	--	--	--	--	--	21.7	98.5	448.7	10.2
	R	--	--	--	--	--	57.5	154.6	175.3	74.7	--	--	--	462.2	10.5
	ACS	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	17.1
	TOTAL	197.2	147.9	145.0	85.4	78.9	115.9	213.5	232.7	131.7	61.8	85.7	167.5	1663.2	37.8
Solar térmica	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.6
	EF	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.6
	% 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	50.0
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA _C	128.2	85.6	77.4	21.5	15.7	--	--	--	--	--	21.7	98.5	448.7	10.2
	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.6
	EF	176.9	126.9	120.9	58.1	51.5	31.7	32.0	31.2	31.0	33.6	58.4	144.6	896.6	20.4
	EP _{ren}	0.9	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	4.5	0.1
	EP _{nr}	210.5	151.0	143.8	69.1	61.2	37.8	38.1	37.2	36.9	40.0	69.5	172.1	1067.0	24.3
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA _R	--	--	--	--	--	57.5	154.6	175.3	74.7	--	--	--	462.2	10.5
	EF	--	--	--	--	--	28.8	77.3	87.6	37.4	--	--	--	231.1	5.3
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	11.9	32.0	36.3	15.5	--	--	--	95.7	2.2
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	56.2	151.1	171.2	73.0	--	--	--	451.5	10.3
C _{ef,total}		211.3	158.0	154.6	90.0	83.1	89.7	138.8	147.6	96.9	64.5	90.4	179.1	1503.9	34.2
C _{ep,ren}		35.4	31.8	34.4	32.3	31.9	41.3	61.6	65.2	44.1	31.1	32.3	35.2	476.3	10.8
C _{ep,nr}		210.5	151.0	143.8	69.1	61.2	94.0	189.1	208.4	109.9	40.0	69.5	172.1	1518.5	34.5



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))											
Vivienda 4 (1-B) (S_u = 42.90 m²; V = 119.8 m³)															
Demanda energética	C	81.6	53.5	47.1	5.6	5.9	--	--	--	--	--	7.8	60.1	261.8	6.1
	R	--	--	--	--	--	39.0	101.5	113.3	48.6	--	--	--	302.4	7.0
	ACS	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	17.5
	TOTAL	150.6	115.8	114.7	69.6	69.1	97.3	160.4	170.8	105.6	61.8	71.8	129.1	1316.5	30.7
Solar térmica	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.8
	EF	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.8
	% 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	
Gas natural (f _{cep} = 1.19)	EA _C	81.6	53.5	47.1	5.6	5.9	--	--	--	--	--	7.8	60.1	261.8	6.1
	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.8
	EF	126.2	92.1	87.9	40.9	40.7	31.7	32.0	31.2	31.0	33.6	43.3	102.8	693.4	16.2
	EP _{ren}	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	3.5	0.1
	EP _{nr}	150.2	109.5	104.6	48.7	48.4	37.8	38.1	37.2	36.9	40.0	51.5	122.4	825.2	19.2
Electricidad (f _{cep} = 1.954)	EA _R	--	--	--	--	--	39.0	101.5	113.3	48.6	--	--	--	302.4	7.0
	EF	--	--	--	--	--	19.5	50.7	56.7	24.3	--	--	--	151.2	3.5
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	8.1	21.0	23.5	10.1	--	--	--	62.6	1.5
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	38.1	99.1	110.7	47.5	--	--	--	295.4	6.9
	C _{ef,total}	160.7	123.2	121.7	72.9	72.3	80.4	112.2	116.6	83.8	64.5	75.2	137.3	1220.8	28.5
	C _{ep,ren}	35.1	31.6	34.2	32.2	31.8	37.4	50.6	52.3	38.7	31.1	32.2	35.0	442.3	10.3
	C _{ep,nr}	150.2	109.5	104.6	48.7	48.4	75.8	137.2	147.9	84.4	40.0	51.5	122.4	1120.6	26.1

Vivienda 5 (1-C) (S_u = 31.21 m²; V = 87.9 m³)															
Demanda energética	C	74.2	52.3	51.0	18.3	12.9	--	--	--	--	--	10.8	56.4	275.8	8.8
	R	--	--	--	--	--	41.1	115.4	141.5	68.0	--	--	--	366.1	11.7
	TOTAL	74.2	52.3	51.0	18.3	12.9	41.1	115.4	141.5	68.0	--	10.8	56.4	641.9	20.6
Gas natural (f _{cep} = 1.19)	EA _C	74.2	52.3	51.0	18.3	12.9	--	--	--	--	--	10.8	56.4	275.8	8.8
	EF	80.6	56.8	55.4	19.9	14.0	--	--	--	--	--	11.7	61.3	299.8	9.6
	EP _{ren}	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	--	--	--	--	--	0.1	0.3	1.5	0.0
	EP _{nr}	96.0	67.6	65.9	23.6	16.7	--	--	--	--	--	13.9	73.0	356.7	11.4
Electricidad (f _{cep} = 1.954)	EA _R	--	--	--	--	--	41.1	115.4	141.5	68.0	--	--	--	366.1	11.7
	EF	--	--	--	--	--	20.6	57.7	70.8	34.0	--	--	--	183.0	5.9
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	8.5	23.9	29.3	14.1	--	--	--	75.8	2.4
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	40.2	112.7	138.3	66.4	--	--	--	357.6	11.5
	C _{ef,total}	80.6	56.8	55.4	19.9	14.0	20.6	57.7	70.8	34.0	--	11.7	61.3	482.8	15.5
	C _{ep,ren}	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	8.5	23.9	29.3	14.1	--	0.1	0.3	77.3	2.5
	C _{ep,nr}	96.0	67.6	65.9	23.6	16.7	40.2	112.7	138.3	66.4	--	13.9	73.0	714.4	22.9

Vivienda 6 (2-A) (S_u = 43.99 m²; V = 111.9 m³)															
Demanda energética	C	161.8	106.8	92.6	26.0	15.0	--	--	--	--	--	31.3	126.3	559.7	12.7
	R	--	--	--	--	--	77.0	199.5	212.6	89.7	--	--	--	578.8	13.2
	ACS	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	17.1
	TOTAL	230.7	169.1	160.1	90.0	78.2	135.4	258.4	270.1	146.7	61.8	95.3	195.2	1890.9	43.0
Solar térmica	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.6
	EF	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.6
	% 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	
Gas natural (f _{cep} = 1.19)	EA _C	161.8	106.8	92.6	26.0	15.0	--	--	--	--	--	31.3	126.3	559.7	12.7
	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.6
	EF	213.3	149.9	137.3	63.0	50.7	31.7	32.0	31.2	31.0	33.6	68.8	174.7	1017.3	23.1
	EP _{ren}	1.1	0.7	0.7	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.9	5.1	0.1
	EP _{nr}	253.8	178.4	163.4	75.0	60.3	37.8	38.1	37.2	36.9	40.0	81.9	207.9	1210.6	27.5



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

TFG - Climatización no renovable

Fecha:
26/03/21

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))											
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA _R	--	--	--	--	--	77.0	199.5	212.6	89.7	--	--	--	578.8	13.2
	EF	--	--	--	--	--	38.5	99.7	106.3	44.9	--	--	--	289.4	6.6
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	15.9	41.3	44.0	18.6	--	--	--	119.8	2.7
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	75.2	194.9	207.7	87.7	--	--	--	565.5	12.9
	C _{ef,total}	247.8	181.1	171.1	95.0	82.3	99.4	161.2	166.3	104.3	64.5	100.8	209.2	1682.9	38.3
	C _{ep,ren}	35.5	31.9	34.5	32.3	31.9	45.3	70.9	72.9	47.2	31.1	32.3	35.4	501.1	11.4
	C _{ep,nr}	253.8	178.4	163.4	75.0	60.3	113.0	233.0	244.9	124.5	40.0	81.9	207.9	1776.1	40.4

Vivienda 7 (2-B) ($S_u = 42.90 \text{ m}^2$; $V = 109.1 \text{ m}^3$)

Demanda energética	C	123.4	79.5	67.6	12.6	9.3	--	--	--	--	--	18.4	94.2	405.0	9.4
	R	--	--	--	--	--	52.6	134.6	143.6	58.1	--	--	--	388.9	9.1
	ACS	69.0	62.3	67.5	63.9	63.2	58.4	58.9	57.5	57.0	61.8	64.0	69.0	752.4	17.5
	TOTAL	192.4	141.7	135.2	76.5	72.5	111.0	193.5	201.0	115.1	61.8	82.4	163.1	1546.3	36.0
Solar térmica	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.8
	EF	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.8
	%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	
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA _C	123.4	79.5	67.6	12.6	9.3	--	--	--	--	--	18.4	94.2	405.0	9.4
	EA _{ACS}	34.5	31.1	33.8	32.0	31.6	29.2	29.4	28.7	28.5	30.9	32.0	34.5	376.2	8.8
	EF	171.7	120.2	110.2	48.4	44.5	31.7	32.0	31.2	31.0	33.6	54.8	139.8	849.1	19.8
	EP _{ren}	0.9	0.6	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	4.2	0.1
	EP _{nr}	204.3	143.1	131.2	57.6	52.9	37.8	38.1	37.2	36.9	40.0	65.2	166.4	1010.5	23.6
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA _R	--	--	--	--	--	52.6	134.6	143.6	58.1	--	--	--	388.9	9.1
	EF	--	--	--	--	--	26.3	67.3	71.8	29.1	--	--	--	194.5	4.5
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	10.9	27.9	29.7	12.0	--	--	--	80.5	1.9
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	51.4	131.5	140.3	56.8	--	--	--	380.0	8.9
	C _{ef,total}	206.1	151.4	144.0	80.4	76.1	87.2	128.8	131.8	88.5	64.5	86.7	174.3	1419.8	33.1
	C _{ep,ren}	35.3	31.7	34.3	32.2	31.8	40.3	57.5	58.6	40.7	31.1	32.3	35.2	461.0	10.7
	C _{ep,nr}	204.3	143.1	131.2	57.6	52.9	89.2	169.6	177.4	93.6	40.0	65.2	166.4	1390.5	32.4

Vivienda 8 (2-C) ($S_u = 31.21 \text{ m}^2$; $V = 80.1 \text{ m}^3$)

Demanda energética	C	95.0	64.8	60.7	22.8	14.5	--	--	--	--	--	15.9	74.2	347.9	11.1
	R	--	--	--	--	--	52.4	141.2	162.8	78.7	--	--	--	435.2	13.9
	TOTAL	95.0	64.8	60.7	22.8	14.5	52.4	141.2	162.8	78.7	--	15.9	74.2	783.0	25.1
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA _C	95.0	64.8	60.7	22.8	14.5	--	--	--	--	--	15.9	74.2	347.9	11.1
	EF	103.3	70.4	65.9	24.8	15.7	--	--	--	--	--	17.3	80.7	378.1	12.1
	EP _{ren}	0.5	0.4	0.3	0.1	0.1	--	--	--	--	--	0.1	0.4	1.9	0.1
	EP _{nr}	122.9	83.8	78.5	29.5	18.7	--	--	--	--	--	20.5	96.0	450.0	14.4
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA _R	--	--	--	--	--	52.4	141.2	162.8	78.7	--	--	--	435.2	13.9
	EF	--	--	--	--	--	26.2	70.6	81.4	39.4	--	--	--	217.6	7.0
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	10.9	29.2	33.7	16.3	--	--	--	90.1	2.9
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	51.2	138.0	159.1	76.9	--	--	--	425.2	13.6
	C _{ef,total}	103.3	70.4	65.9	24.8	15.7	26.2	70.6	81.4	39.4	--	17.3	80.7	595.7	19.1
	C _{ep,ren}	0.5	0.4	0.3	0.1	0.1	10.9	29.2	33.7	16.3	--	0.1	0.4	92.0	2.9
	C _{ep,nr}	122.9	83.8	78.5	29.5	18.7	51.2	138.0	159.1	76.9	--	20.5	96.0	875.1	28.0

Zona habitable 1 ($S_u = 53.60 \text{ m}^2$; $V = 148.8 \text{ m}^3$)

Demanda energética	C	117.9	80.2	70.3	25.0	17.7	--	--	--	--	--	19.8	92.0	422.9	7.9
	R	--	--	--	--	--	72.1	190.2	215.1	101.3	--	--	--	578.7	10.8
	TOTAL	117.9	80.2	70.3	25.0	17.7	72.1	190.2	215.1	101.3	--	19.8	92.0	1001.6	18.7
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA _C	117.9	80.2	70.3	25.0	17.7	--	--	--	--	--	19.8	92.0	422.9	7.9
	EF	128.2	87.2	76.4	27.2	19.2	--	--	--	--	--	21.5	100.0	459.7	8.6



		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))	
	EP _{ren}	0.6	0.4	0.4	0.1	0.1	--	--	--	--	--	0.1	0.5	2.3	0.0
	EP _{nr}	152.6	103.8	90.9	32.4	22.9	--	--	--	--	--	25.6	119.0	547.1	10.2
Electricidad (f _{cep} = 1.954)	EA _R	--	--	--	--	--	72.1	190.2	215.1	101.3	--	--	--	578.7	10.8
	EF	--	--	--	--	--	36.0	95.1	107.5	50.7	--	--	--	289.3	5.4
	EP _{ren}	--	--	--	--	--	14.9	39.4	44.5	21.0	--	--	--	119.8	2.2
	EP _{nr}	--	--	--	--	--	70.4	185.9	210.1	99.0	--	--	--	565.4	10.5
	C _{ef,total}	128.2	87.2	76.4	27.2	19.2	36.0	95.1	107.5	50.7	--	21.5	100.0	749.1	14.0
	C _{ep,ren}	0.6	0.4	0.4	0.1	0.1	14.9	39.4	44.5	21.0	--	0.1	0.5	122.1	2.3
	C _{ep,nr}	152.6	103.8	90.9	32.4	22.9	70.4	185.9	210.1	99.0	--	25.6	119.0	1112.4	20.8

donde:

S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².

V: Volumen neto de la zona habitable, 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 Cádiz (provincia de Cádiz), con una altura sobre el nivel del mar de 7 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 (fichero 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 D_{cal} D_{ref}



	(m ²)	(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))	(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))
Vivienda 1 (Bajo A)	54.28	927.5	17.1	503.6	9.3
Vivienda 2 (Bajo B)	53.18	745.2	14.0	388.8	7.3
Vivienda 3 (1-A)	43.99	448.7	10.2	462.2	10.5
Vivienda 4 (1-B)	42.90	261.8	6.1	302.4	7.0
Vivienda 5 (1-C)	31.21	275.8	8.8	366.1	11.7
Vivienda 6 (2-A)	43.99	559.7	12.7	578.8	13.2
Vivienda 7 (2-B)	42.90	405.0	9.4	388.9	9.1
Vivienda 8 (2-C)	31.21	347.9	11.1	435.2	13.9
Zona habitable 1	53.60	422.9	7.9	578.7	10.8
	397.26	4394.5	11.1	4004.6	10.1

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	12.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	19.0	20.0	19.0	17.0	14.0	12.0

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}		% A_S (%)	$D_{ACS,nr}$	
			(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))		(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))
Vivienda 1 (Bajo A)	79.8	54.28	1504.8	27.7	50.0	752.4	13.9
Vivienda 2 (Bajo B)	79.8	53.18	1504.8	28.3	50.0	752.4	14.1
Vivienda 3 (1-A)	39.9	43.99	752.4	17.1	50.0	376.2	8.6
Vivienda 4 (1-B)	39.9	42.90	752.4	17.5	50.0	376.2	8.8
Vivienda 6 (2-A)	39.9	43.99	752.4	17.1	50.0	376.2	8.6
Vivienda 7 (2-B)	39.9	42.90	752.4	17.5	50.0	376.2	8.8
	319.2	281.24	6019.1	15.2	50.0	3009.6	10.7

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).

% A_S : 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 de referencia											
Equipo para calefacción y ACS	C+ACS	Gas natural	∞	--	397.26	8047.9	20.3	2.3	0.92	1	0.92
Equipo para refrigeración	R	Electricidad	--	∞	397.26	2002.3	5.0	7.4	2.00	3.1814	0.63
			∞	∞	397.26	10050.1	25.3		1.14		0.79

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} (kWh/año) (kWh/(m ² ·a))		f _{cep}	C _{ep,nr} (kWh/año) (kWh/(m ² ·a))	
Gas natural	8047.9	20.3	1.19	9576.9	24.1
Electricidad	2002.3	5.0	1.954	3912.5	9.8

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.



Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Anexo 4 – Exigencia Básica HS 3

ÍNDICE

1.- ABERTURAS DE VENTILACIÓN	2
1.1.- Viviendas	2
1.1.1.- Ventilación mecánica	2
2.- CONDUCTOS DE VENTILACIÓN	6
2.1.- Viviendas	6
2.1.1.- Ventilación mecánica	6
3.- ASPIRADORES HÍBRIDOS, ASPIRADORES MECÁNICOS Y EXTRACTORES	9
3.1.- Viviendas	9
3.1.1.- Ventilación mecánica	9



1.- ABERTURAS DE VENTILACIÓN

1.1.- Viviendas

1.1.1.- Ventilación mecánica

Tipo A (Bajo A)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación					
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Salón S/FT Bajo A (Salón / Comedor)	Seco	14.2	4	12.0	12.0	A	12.0	48.0	124.8	312x100x40	
								124.8	312x100x40		
Hab ind Bajo A (Dormitorio)	Seco	8.8	2	10.0	10.0	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40	
						P	10.0	80.0	72.5	Holgura	
								200.0	200x100		
Hab doble Bajo A (Dormitorio)	Seco	11.6	2	10.0	10.0	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40	
						P	10.0	80.0	72.5	Holgura	
								200.0	200x100		
Cocina Bajo A (Cocina)	Húmedo	7.3	-	14.6	15.8	P	15.8	126.4	72.5	Holgura	
								200.0	200x100		
						E	15.8	63.2	122.7	Ø 125	
Baño Bajo A (Baño / Aseo)	Húmedo	3.1	-	15.0	16.2	P	16.2	129.6	72.5	Holgura	
								200.0	200x100		
						E	8.1	32.4	225.0	150x33x150	
						E	8.1	32.4	225.0	150x33x150	
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil					Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.					qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.					Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)					Areal	Área real de la abertura.				

Tipo A (Bajo B)

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Salón S/FT Bajo B (Salón / Comedor)	Seco	13.9	4	12.0	12.0	A	12.0	48.0	124.8	312x100x40
								124.8	312x100x40	
Hab ind Bajo B (Dormitorio)	Seco	8.7	2	10.0	10.0	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40
						P	10.0	80.0	72.5	Holgura
								200.0	200x100	
Hab doble Bajo B (Dormitorio)	Seco	11.6	2	10.0	10.0	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40



EXIGENCIA BÁSICA HS 3: CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

TFG - Climatización no renovable

Fecha: 26/03/21

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
						P	10.0	80.0	72.5 200.0	Holgura 200x100
Cocina Bajo B (Cocina)	Húmedo	7.3	-	14.6	15.8	P	15.8	126.4	72.5 200.0	Holgura 200x100
						E	15.8	63.2	122.7	Ø 125
Baño Bajo B (Baño / Aseo)	Húmedo	3.0	-	15.0	16.2	P	16.2	129.6	70.8 200.0	Holgura 200x100
						E	8.1	32.4	225.0	150x33x150
						E	8.1	32.4	225.0	150x33x150
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil				Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.				qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.				Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)				Areal	Área real de la abertura.				

Tipo B (1-A)

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Salón S/FT 1-A (Salón / Comedor)	Seco	13.0	2	6.0	6.0	A	6.0	24.0	124.8	312x100x40
Hab 1-A (Dormitorio)	Seco	11.7	2	10.0	12.2	A	12.2	48.7	124.8 124.8	312x100x40 312x100x40
						P	12.2	97.4	72.5 200.0	Holgura 200x100
Cocina 1-A (Cocina)	Húmedo	6.6	-	13.2	13.2	A	10.0	40.0	37.4	312x80x12
						P	3.2	70.0	72.5	Holgura
						E	13.2	52.7	122.7	Ø 125
Baño 1-A (Baño / Aseo)	Húmedo	3.7	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	72.5 200.0	Holgura 200x100
						E	15.0	60.0	225.0	150x33x150
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil				Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.				qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.				Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)				Areal	Área real de la abertura.				

Tipo B (1-B)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Tab	Aberturas de ventilación				
							qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Salón S/FT 1-B (Salón / Comedor)	Seco	12.6	2	6.0	6.0	A	6.0	24.0	124.8	312x100x40	
Hab 1-B (Dormitorio)	Seco	11.4	2	10.0	12.3	A	12.3	49.2	124.8	312x100x40	
						P	12.3	98.4	72.5	Holgura	
Cocina 1-B (Cocina)	Húmedo	6.6	-	13.3	13.3	A	10.0	40.0	37.4	312x80x12	
						P	3.3	70.0	72.5	Holgura	
						E	13.3	53.2	122.7	Ø 125	
Baño 1-B (Baño / Aseo)	Húmedo	3.7	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	72.5	Holgura	
						E	15.0	60.0	200.0	200x100	
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil					Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.					qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.					Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)					Areal	Área real de la abertura.				

Tipo C (1-C; 2-C)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Tab	Aberturas de ventilación				
							qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Salón S/FT 1-C (Salón / Comedor) Salón S/FT 2-C (Salón / Comedor) (2-C)	Seco	19.9	-	0.0	25.3	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40	
						A	10.0	40.0	124.8	312x100x40	
						A	5.3	21.2	124.8	312x100x40	
Cocina 1-C (Cocina) Cocina 2-C (Cocina) (2-C)	Húmedo	5.2	-	10.3	10.3	E	10.3	41.2	122.7	Ø 125	
Baño 1-C (Baño / Aseo) Baño 2-C (Baño / Aseo) (2-C)	Húmedo	3.6	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	72.5	Holgura	
						E	15.0	60.0	200.0	200x100	
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil					Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.					qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.					Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)					Areal	Área real de la abertura.				



Tipo B (2-A)

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Salón S/FT 2-A (Salón / Comedor)	Seco	13.0	2	6.0	8.2	A	8.2	32.7	124.8	312x100x40
Hab 2-A (Dormitorio)	Seco	11.7	2	10.0	10.0	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40
						P	10.0	80.0	72.5	Holgura
Cocina 2-A (Cocina)	Húmedo	6.6	-	13.2	13.2	A	10.0	40.0	37.4	312x80x12
						P	3.2	70.0	72.5	Holgura
						E	13.2	52.7	122.7	Ø 125
Baño 2-A (Baño / Aseo)	Húmedo	3.7	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	72.5	Holgura
						E	15.0	60.0	200.0	200x100
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil				Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.				qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.				Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)				Areal	Área real de la abertura.				

Tipo B (2-B)

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Salón S/FT 2-B (Salón / Comedor)	Seco	12.6	2	6.0	8.3	A	8.3	33.2	124.8	312x100x40
Hab 2-B (Dormitorio)	Seco	11.4	2	10.0	10.0	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40
						P	10.0	80.0	72.5	Holgura
Cocina 2-B (Cocina)	Húmedo	6.6	-	13.3	13.3	A	10.0	40.0	37.4	312x80x12
						P	3.3	70.0	72.5	Holgura
						E	13.3	53.2	122.7	Ø 125
Baño 2-B (Baño / Aseo)	Húmedo	3.7	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	72.5	Holgura
						E	15.0	60.0	200.0	200x100
						E	15.0	60.0	225.0	150x33x150



Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil				Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.				qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.				Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)				Areal	Área real de la abertura.				

2.- CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

2.1.- Viviendas

2.1.1.- Ventilación mecánica

2.1.1.1.- Conductos de extracción

1-VEM

Cálculo de conductos										
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)	
1-VEM - 1.1	16.2	40.5	78.5	100	10.0	2.1	6.9	6.9	0.720	
1.1 - 1.2	8.1	20.2	78.5	100	10.0	1.0	1.2	1.2	0.033	
1.1 - 1.3	8.1	20.2	78.5	100	10.0	1.0	1.4	1.4	0.039	
Abreviaturas utilizadas										
qv	Caudal de aire en el conducto				v	Velocidad				
Sc	Sección calculada				Lr	Longitud medida sobre plano				
Sreal	Sección real				Lt	Longitud total de cálculo				
De	Diámetro equivalente				J	Pérdida de carga				

2-VEM

Cálculo de conductos										
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)	
2-VEM - 2.1	16.2	40.5	78.5	100	10.0	2.1	6.9	6.9	0.720	
2.1 - 2.2	8.1	20.2	78.5	100	10.0	1.0	1.0	1.0	0.028	
2.1 - 2.3	8.1	20.2	78.5	100	10.0	1.0	1.3	1.3	0.037	



EXIGENCIA BÁSICA HS 3: CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

TFG - Climatización no renovable

Fecha: 26/03/21

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto			v	Velocidad				
Sc	Sección calculada			Lr	Longitud medida sobre plano				
Sreal	Sección real			Lt	Longitud total de cálculo				
De	Diámetro equivalente			J	Pérdida de carga				

4-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
4-VEM - 4.1	56.6	141.5	143.1	135	13.5	4.0	0.5	0.5	0.125
4.1 - 4.2	28.3	70.7	78.5	100	10.0	3.6	3.0	3.0	0.938
4.2 - 4.3	13.3	33.2	78.5	100	10.0	1.7	2.3	2.3	0.168
4.2 - 4.4	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	1.6	1.6	0.145
4.1 - 4.5	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	1.6	1.6	0.144
4.1 - 4.6	13.3	33.2	78.5	100	10.0	1.7	2.3	2.3	0.169
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto			v	Velocidad				
Sc	Sección calculada			Lr	Longitud medida sobre plano				
Sreal	Sección real			Lt	Longitud total de cálculo				
De	Diámetro equivalente			J	Pérdida de carga				

6-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
6-VEM - 6.1	56.3	140.8	143.1	135	13.5	3.9	0.5	0.5	0.124
6.1 - 6.2	28.2	70.4	78.5	100	10.0	3.6	3.0	3.0	0.930
6.2 - 6.3	13.2	32.9	78.5	100	10.0	1.7	2.2	2.2	0.157
6.2 - 6.4	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	1.6	1.6	0.142
6.1 - 6.5	13.2	32.9	78.5	100	10.0	1.7	2.3	2.3	0.165
6.1 - 6.6	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	1.6	1.6	0.141



EXIGENCIA BÁSICA HS 3: CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

TFG - Climatización no renovable

Fecha: 26/03/21

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto			v	Velocidad				
Sc	Sección calculada			Lr	Longitud medida sobre plano				
Sreal	Sección real			Lt	Longitud total de cálculo				
De	Diámetro equivalente			J	Pérdida de carga				

7-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
7-VEM - 7.1	36.4	91.1	122.7	125	12.5	3.0	3.5	3.5	0.551
7.1 - 7.2	26.1	65.3	78.5	100	10.0	3.3	3.0	3.0	0.803
7.2 - 7.3	15.8	39.5	78.5	100	10.0	2.0	4.3	4.3	0.427
7.2 - 7.4	10.3	25.8	78.5	100	10.0	1.3	1.2	1.2	0.053
7.1 - 7.5	10.3	25.8	78.5	100	10.0	1.3	1.3	1.3	0.056
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto			v	Velocidad				
Sc	Sección calculada			Lr	Longitud medida sobre plano				
Sreal	Sección real			Lt	Longitud total de cálculo				
De	Diámetro equivalente			J	Pérdida de carga				

10-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
10-VEM - 10.1	45.8	114.5	122.7	125	12.5	3.7	3.5	3.5	0.859
10.1 - 10.2	30.8	77.0	78.5	100	10.0	3.9	3.0	3.0	1.106
10.2 - 10.3	15.8	39.5	78.5	100	10.0	2.0	3.7	3.7	0.368
10.2 - 10.4	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	1.2	1.2	0.113
10.1 - 10.5	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	1.2	1.2	0.109



Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto			v	Velocidad				
Sc	Sección calculada			Lr	Longitud medida sobre plano				
Sreal	Sección real			Lt	Longitud total de cálculo				
De	Diámetro equivalente			J	Pérdida de carga				

3.- ASPIRADORES HÍBRIDOS, ASPIRADORES MECÁNICOS Y EXTRACTORES

3.1.- Viviendas

3.1.1.- Ventilación mecánica

Cálculo de aspiradores		
Referencia	Caudal (l/s)	Presión (mm.c.a.)
1-VEM	16.2	1.778
2-VEM	16.2	1.777
4-VEM	56.6	2.251
6-VEM	56.3	2.230
7-VEM	36.4	2.800
10-VEM	45.8	3.352

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Anexo 5 – Listado resumen de cargas térmicas

ÍNDICE

1.- PARÁMETROS GENERALES	2
2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECI NTOS	2
3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECI NTOS	3



1.- PARÁMETROS GENERALES

Emplazamiento: Cádiz
 Latitud (grados): 36.52 grados
 Altitud sobre el nivel del mar: 7 m
 Percentil para verano: 5.0 %
 Temperatura seca verano: 33.44 °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: 3.10 °C
 Humedad relativa en invierno: 90 %
 Velocidad del viento: 7.2 m/s
 Temperatura del terreno: 7.05 °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: 12 %
 Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %
 Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %
 Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %

2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Refrigeración

Conjunto: Edificio													
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)
Hab ind Bajo A	Planta baja	229.33	95.04	129.93	334.10	368.99	36.00	45.46	144.96	58.69	379.56	474.65	513.95
Hab doble Bajo A	Planta baja	116.37	184.94	254.72	310.35	380.13	36.00	43.10	157.45	46.42	353.45	534.05	537.58
Hab ind Bajo B	Planta baja	69.83	170.72	240.50	247.77	317.55	36.00	43.10	157.45	54.71	290.87	472.74	475.00
Hab doble Bajo B	Planta baja	116.47	184.94	254.72	310.46	380.24	36.00	43.10	157.45	46.42	353.55	534.12	537.68
Salón S/FT Bajo A	Planta baja	675.09	310.74	415.41	1015.40	1120.07	64.80	97.16	234.69	95.09	1112.57	1124.54	1354.77
Salón S/FT Bajo B	Planta baja	72.26	567.85	777.19	659.31	868.65	64.80	77.57	283.41	83.09	736.88	1043.25	1152.05
Cocina Bajo B	Planta baja	131.66	271.78	373.10	415.54	516.86	52.58	71.65	223.41	101.36	487.18	740.27	740.27
Cocina Bajo A	Planta baja	131.42	271.78	373.10	415.29	516.61	52.58	71.65	223.41	101.33	486.94	740.02	740.02
Salón S/FT 1-A	Planta 1	607.80	302.53	407.20	937.64	1042.31	64.80	141.03	317.18	104.45	1078.67	1128.42	1359.49
Salón S/FT 1-B	Planta 1	68.40	550.84	760.18	637.81	847.15	64.80	77.57	283.41	89.75	715.39	1018.49	1130.56
Salón S/FT 1-C	Planta 1	888.89	348.29	452.96	1274.30	1378.97	64.80	141.03	317.18	85.29	1415.33	1383.18	1696.15
Hab 1-A	Planta 1	310.50	104.97	139.86	427.94	462.83	36.00	25.94	135.50	50.98	453.88	517.12	598.33
Hab 1-B	Planta 1	99.14	156.20	191.09	263.00	297.89	36.00	98.10	202.01	43.81	361.10	498.75	499.89
Cocina 1-A	Planta 1	97.40	252.29	350.73	360.18	458.62	47.41	64.60	201.43	100.24	424.77	659.04	660.05
Cocina 1-B	Planta 1	96.87	254.06	352.76	361.45	460.15	47.88	65.24	203.42	99.79	426.69	662.93	663.58
Cocina 1-C	Planta 1	10.65	225.18	317.90	242.90	335.63	37.11	30.75	143.81	93.02	273.65	478.26	479.44
Hab 2-A	Planta 2	421.26	104.97	139.86	542.02	576.91	36.00	25.94	135.50	60.70	567.96	569.42	712.41
Hab 2-B	Planta 2	303.19	156.05	190.94	473.02	507.91	36.00	98.10	202.01	62.33	571.13	527.28	709.92
Salón S/FT 2-A	Planta 2	610.44	302.53	407.20	940.37	1045.04	64.80	141.03	317.18	104.66	1081.39	1131.48	1362.22
Cocina 2-A	Planta 2	112.07	252.27	350.71	375.27	473.71	47.40	64.59	201.40	102.54	439.86	671.13	675.11
Cocina 2-B	Planta 2	111.64	254.06	352.76	376.66	475.37	47.88	65.24	203.42	102.08	441.90	676.63	678.79



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

TFG - Climatización no renovable

Fecha: 26/03/21

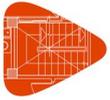
Conjunto: Edificio													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Salón S/FT 2-B	Planta 2	106.22	550.84	760.18	676.77	886.11	64.80	77.57	283.41	92.84	754.34	1051.57	1169.51
Cocina 2-C	Planta 2	21.44	225.18	317.90	254.02	346.74	37.11	30.75	143.81	95.17	284.76	488.79	490.55
Salón S/FT 2-C	Planta 2	883.83	348.29	452.96	1269.09	1373.76	64.80	141.03	317.18	85.03	1410.11	1377.82	1690.94
Total							1176.4	Carga total simultánea				18503.9	

Calefacción

Conjunto: Edificio							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Hab ind Bajo A	Planta baja	345.74	36.00	211.74	63.66	557.48	557.48
Hab doble Bajo A	Planta baja	518.58	36.00	211.74	63.06	730.32	730.32
Hab ind Bajo B	Planta baja	344.09	36.00	211.74	64.02	555.82	555.82
Hab doble Bajo B	Planta baja	518.58	36.00	211.74	63.06	730.32	730.32
Salón S/FT Bajo A	Planta baja	388.48	64.80	381.13	54.02	769.61	769.61
Salón S/FT Bajo B	Planta baja	374.05	64.80	381.13	54.47	755.18	755.18
Baño Bajo A	Planta baja	160.33	54.00	158.80	102.78	319.13	319.13
Baño Bajo B	Planta baja	125.54	54.00	158.80	95.30	284.35	284.35
Cocina Bajo B	Planta baja	377.62	52.58	154.64	72.88	532.25	532.25
Cocina Bajo A	Planta baja	377.31	52.58	154.64	72.84	531.95	531.95
Salón S/FT 1-A	Planta 1	383.92	64.80	381.13	58.78	765.06	765.06
Salón S/FT 1-B	Planta 1	294.26	64.80	381.13	53.62	675.39	675.39
Salón S/FT 1-C	Planta 1	585.81	64.80	381.13	48.62	966.94	966.94
Hab 1-A	Planta 1	405.56	36.00	211.74	52.59	617.30	617.30
Hab 1-B	Planta 1	356.22	36.00	211.74	49.78	567.96	567.96
Baño 1-A	Planta 1	120.27	54.00	158.80	74.51	279.07	279.07
Baño 1-B	Planta 1	115.87	54.00	158.80	74.64	274.67	274.67
Baño 1-C	Planta 1	117.95	54.00	158.80	76.71	276.76	276.76
Cocina 1-A	Planta 1	308.43	47.41	139.42	68.02	447.86	447.86
Cocina 1-B	Planta 1	309.73	47.88	140.80	67.75	450.53	450.53
Cocina 1-C	Planta 1	81.28	37.11	109.14	36.94	190.42	190.42
Hab 2-A	Planta 2	470.13	36.00	211.74	58.10	681.86	681.86
Hab 2-B	Planta 2	422.66	36.00	211.74	55.70	634.40	634.40
Salón S/FT 2-A	Planta 2	391.41	64.80	381.13	59.36	772.55	772.55
Cocina 2-A	Planta 2	340.79	47.40	139.40	72.94	480.19	480.19
Cocina 2-B	Planta 2	342.28	47.88	140.80	72.65	483.08	483.08
Baño 2-A	Planta 2	139.78	54.00	158.80	79.72	298.59	298.59
Baño 2-B	Planta 2	135.94	54.00	158.80	80.09	294.74	294.74
Baño 2-C	Planta 2	132.70	54.00	158.80	80.79	291.51	291.51
Salón S/FT 2-B	Planta 2	374.49	64.80	381.13	59.98	755.62	755.62
Cocina 2-C	Planta 2	101.96	37.11	109.14	40.96	211.10	211.10
Salón S/FT 2-C	Planta 2	542.26	64.80	381.13	46.43	923.39	923.39
Total			1608.4	Carga total simultánea		17105.4	

3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m²)	Potencia total (W)
Edificio	46.4	18503.9



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

TFG - Climatización no renovable

Fecha: 26/03/21

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Edificio	42.9	17105.4



Anexo. Listado resumen de cargas térmicas

TFG - Climatización no renovable

Fecha: 26/03/21

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Anexo 6 – Verificación CTE-HE0 y HE1 y Certificación energética

6.1. Verificación CTE-HE0 y HE1 sistemas no renovables

6.2. Certificación energética con sistemas no renovables

6.3. Verificación CTE-HE0 y HE1 sistemas renovables

6.4. Certificación energética con sistemas renovables

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	TFG - Climatización no renovable		
Dirección	C/-----		
Municipio	Cádiz	Código Postal	-
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	A3	Año construcción	-
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle -----		
Municipio	Cádiz	Código Postal	Codigo postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1558.1124, de fecha 17-dic-2016		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	<input type="text" value="7,44"/>	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	<input type="text" value="15,00"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>
D_{ref}	<input type="text" value="6,78"/>	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	<input type="text" value="15,00"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	<input type="text" value="23,83"/>	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	<input type="text" value="41,69"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>
----------	------------------------------------	------------------------	--------------	------------------------------------	------------------------	--

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 14/05/2021

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	590,69
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
C01_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	118,06	0,40	Usuario
C02_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	39,44	0,40	Usuario
C03_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	2,45	0,37	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	40,54	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	31,06	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	114,24	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	153,01	0,45	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	11,85	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	15,67	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	7,38	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	9,39	1,31	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	4,01	1,27	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	6,28	1,27	Usuario
C12_Forjado_unidireccional	Fachada	2,52	2,63	Usuario
C15_Losa_de_cimentacion	Suelo	51,35	0,73	Usuario
C16_Losa_de_cimentacion	Suelo	108,53	0,73	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H03_Window	Hueco	3,38	3,61	0,62	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	5,04	4,05	0,56	Usuario	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H05_Window	Hueco	2,05	3,97	0,58	Usuario	Usuario
H06_Window	Hueco	6,14	3,39	0,19	Usuario	Usuario
H07_Window	Hueco	6,93	4,18	0,52	Usuario	Usuario
H08_Window	Hueco	9,66	3,80	0,63	Usuario	Usuario
H09_Window	Hueco	5,04	3,50	0,19	Usuario	Usuario
H10_Window	Hueco	4,83	3,16	0,20	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_1_sis_calef_multiz_agua_caldera_1	Caldera eléctrica o de combustible	20,40	94,00	GasNatural	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_1	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_2	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_3	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_4	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_1	Expansión directa aire-aire bomba de calor	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_5	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_6	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_2	Expansión directa aire-aire bomba de calor	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	94,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EQ_sis_climat_multiz_ed_1	Unidad exterior en expansión directa	7,20	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_2	Unidad exterior en expansión directa	7,20	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_3	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_4	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_1	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,00	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_5	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EQ_sis_climat_multiz_ed_6	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_2	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,00	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	274,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EQ_sis_acs_Edificio_Planta_baja	Caldera eléctrica o de combustible	31,00	90,00	GasNatural	Usuario

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	TFG - Climatización no renovable		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	-
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	A3	Año construcción	-
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	Codigo postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1558.1124, de fecha 17-dic-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<p><12.30 A</p> <p>12.30-23.3 B</p> <p>23.30-39.40 C</p> <p>39.40-63.10 D</p> <p>63.10-134.20 E</p> <p>134.20-146.20 F</p> <p>=>146.20 G</p>	<p><2.90 A</p> <p>2.90-5.40 B</p> <p>5.40-9.20 C</p> <p>9.20-14.70 D</p> <p>14.70-32.70 E</p> <p>32.70-36.90 F</p> <p>=>36.90 G</p>
23,83 C	4,86 B

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 14/05/2021

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	590,69
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
C01_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	118,06	0,40	Usuario
C02_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	39,44	0,40	Usuario
C03_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	2,45	0,37	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	40,54	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	31,06	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	114,24	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	153,01	0,45	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	11,85	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	15,67	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	7,38	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	9,39	1,31	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	4,01	1,27	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	6,28	1,27	Usuario
C12_Forjado_unidireccional	Fachada	2,52	2,63	Usuario
C15_Losa_de_cimentacion	Suelo	51,35	0,73	Usuario
C16_Losa_de_cimentacion	Suelo	108,53	0,73	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H03_Window	Hueco	3,38	3,61	0,62	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	5,04	4,05	0,56	Usuario	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H05_Window	Hueco	2,05	3,97	0,58	Usuario	Usuario
H06_Window	Hueco	6,14	3,39	0,19	Usuario	Usuario
H07_Window	Hueco	6,93	4,18	0,52	Usuario	Usuario
H08_Window	Hueco	9,66	3,80	0,63	Usuario	Usuario
H09_Window	Hueco	5,04	3,50	0,19	Usuario	Usuario
H10_Window	Hueco	4,83	3,16	0,20	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_1_sis_calef_multiz_agua_caldera_1	Caldera eléctrica o de combustible	20,40	94,00	GasNatural	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_1	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_2	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_3	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_4	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_1	Expansión directa aire-aire bomba de calor	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_5	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_6	Unidad exterior en expansión directa	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_2	Expansión directa aire-aire bomba de calor	0,01	94,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	94,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		20,48			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_sis_climat_multiz_ed_1	Unidad exterior en expansión directa	7,20	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_2	Unidad exterior en expansión directa	7,20	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_3	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_4	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_1	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,00	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_multiz_ed_5	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Generadores de refrigeración

EQ_sis_climat_multiz_ed_6	Unidad exterior en expansión directa	5,40	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_aire_aire_2	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,00	274,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	274,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		40,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	188,44
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_sis_acs_Edificio_Planta_baja	Caldera eléctrica o de combustible	31,00	90,00	GasNatural	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	60,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	60,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	A3	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	4,86 B		CALEFACCIÓN	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	C	ACS	
	3,21		<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	
			0,91	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	
	0,74		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	0,75	444,47
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	4,11	2425,67

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	23,83 C		CALEFACCIÓN	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	C	ACS	
	15,16		<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	
			4,30	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	
	4,38		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	TFG - Climatización renovable1		
Dirección	C/-----		
Municipio	Cádiz	Código Postal	-
Provincia	Editar en datos	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	A3	Año construcción	-
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle -----		
Municipio	Cádiz	Código Postal	Codigo postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1558.1124, de fecha 17-dic-2016		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	<input type="text" value="7,44"/>	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	<input type="text" value="15,00"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>
D_{ref}	<input type="text" value="6,78"/>	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	<input type="text" value="15,00"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	<input type="text" value="11,06"/>	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	<input type="text" value="41,69"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>
----------	------------------------------------	------------------------	--------------	------------------------------------	------------------------	--

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 07/05/2021

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organismo Territorial Competente:

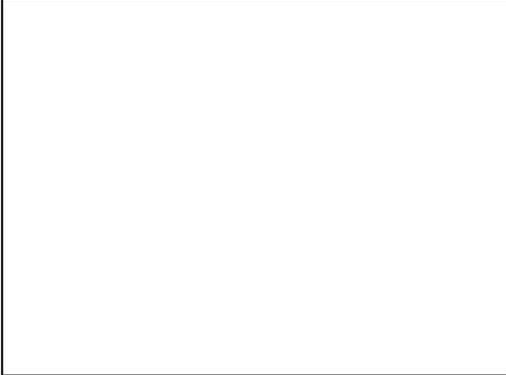
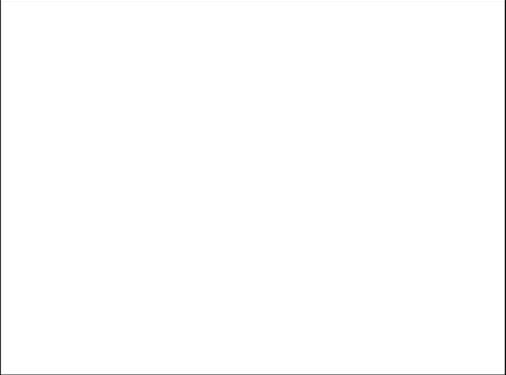
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	590,69
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
C01_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	118,06	0,40	Usuario
C02_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	39,44	0,40	Usuario
C03_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	2,45	0,37	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	40,54	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	31,06	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	114,24	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	153,01	0,45	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	11,85	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	15,67	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	7,38	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	9,39	1,31	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	4,01	1,27	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	6,28	1,27	Usuario
C12_Forjado_unidireccional	Fachada	2,52	2,63	Usuario
C15_Losa_de_cimentacion	Suelo	51,35	0,73	Usuario
C16_Losa_de_cimentacion	Suelo	108,53	0,73	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H03_Window	Hueco	3,38	3,61	0,62	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	5,04	4,05	0,56	Usuario	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H05_Window	Hueco	2,05	3,97	0,58	Usuario	Usuario
H06_Window	Hueco	6,14	3,39	0,19	Usuario	Usuario
H07_Window	Hueco	6,93	4,18	0,52	Usuario	Usuario
H08_Window	Hueco	9,66	3,80	0,63	Usuario	Usuario
H09_Window	Hueco	5,04	3,50	0,19	Usuario	Usuario
H10_Window	Hueco	4,83	3,16	0,20	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_1_sis_calef_multiz_agua_caldera_1	Caldera eléctrica o de combustible	19,00	84,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	84,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_1	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_2	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_3	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_4	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_5	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_6	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_7	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_8	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_9	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_10	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_11	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_12	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_13	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_14	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_15	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante_16	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 17	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 18	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 19	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 20	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 21	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 22	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	94,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
EQ_sis_acs_Edificio_Planta_baja	Caldera eléctrica o de combustible	31,00	93,00	GasNatural	Usuario

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	TFG - Climatización renovable1		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	-
Provincia	Editar en datos	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	A3	Año construcción	-
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Nombres Apellido1 Apellido2	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Cádiz	Código Postal	Codigo postal
Provincia	- Seleccione de la lista -	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1558.1124, de fecha 17-dic-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<12.30 A	11,06 A	<2.90 A	2,30 A
12.30-23.3 B		2.90-5.40 B	
23.30-39.40 C		5.40-9.20 C	
39.40-63.10 D		9.20-14.70 D	
63.10-134.20 E		14.70-32.70 E	
134.20-146.20 F		32.70-36.90 F	
=>146.20 G		=>36.90 G	

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 07/05/2021

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	590,69
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
C01_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	118,06	0,40	Usuario
C02_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	39,44	0,40	Usuario
C03_Cubierta_plana_transitab	Cubierta	2,45	0,37	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	40,54	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	31,06	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	114,24	0,45	Usuario
C04_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	153,01	0,45	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	11,85	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	15,67	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	7,38	1,31	Usuario
C06_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	9,39	1,31	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	4,01	1,27	Usuario
C07_Fachada_revestida_con_mo	Fachada	6,28	1,27	Usuario
C12_Forjado_unidireccional	Fachada	2,52	2,63	Usuario
C15_Losa_de_cimentacion	Suelo	51,35	0,73	Usuario
C16_Losa_de_cimentacion	Suelo	108,53	0,73	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H01_Door	Hueco	1,72	2,33	0,06	Usuario	Usuario
H03_Window	Hueco	3,38	3,61	0,62	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	5,04	4,05	0,56	Usuario	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H04_Window	Hueco	3,78	4,05	0,56	Usuario	Usuario
H05_Window	Hueco	2,05	3,97	0,58	Usuario	Usuario
H06_Window	Hueco	6,14	3,39	0,19	Usuario	Usuario
H07_Window	Hueco	6,93	4,18	0,52	Usuario	Usuario
H08_Window	Hueco	9,66	3,80	0,63	Usuario	Usuario
H09_Window	Hueco	5,04	3,50	0,19	Usuario	Usuario
H10_Window	Hueco	4,83	3,16	0,20	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_1_sis_calef_multiz_agua_caldera_1	Caldera eléctrica o de combustible	19,00	84,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	84,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		19,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 1	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 2	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 3	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 4	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 5	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 6	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 7	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 8	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 9	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 10	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 11	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 12	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 13	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 14	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimiento constante 15	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario

Generadores de refrigeración

EQ_sis_climat_uniz_rendimient o_constante_16	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimient o_constante_17	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimient o_constante_18	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimient o_constante_19	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimient o_constante_20	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimient o_constante_21	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
EQ_sis_climat_uniz_rendimient o_constante_22	Rendimiento Constante	-	94,00	BiomasaPellet	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	94,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	299,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
EQ_sis_acs_Edificio_Planta_baja	Caldera eléctrica o de combustible	31,00	93,00	GasNatural	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	60,00
Caldera de biomasa	78,52	91,49	0,00	0,00
TOTALES	78,52	91,49	0,00	60,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	A3	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	A
	0,97		1,04	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	-
	0,29		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	0,18	108,28
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	2,11	1247,55

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	B	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
	4,57		4,89	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	-
	1,59		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Mejora de la eficiencia energética de un edificio de uso residencial mediante el uso de energías renovables para su climatización

Anexo 7 – Catálogos comerciales de los equipos de climatización

7.1. Calderas de condensación a gas CGB-2 Wolf

7.2. Radiadores de aluminio Europa C – Ferroli

7.3. Radiadores de baño Cool Aeleternum – Fonfital

7.4. Circuladores de agua Quantum Eco

7.5. Sistemas de aire acondicionado Mitsubishi Electric

7.6. Caldera de pellets Pellestar Condensatio 10-60 Herz

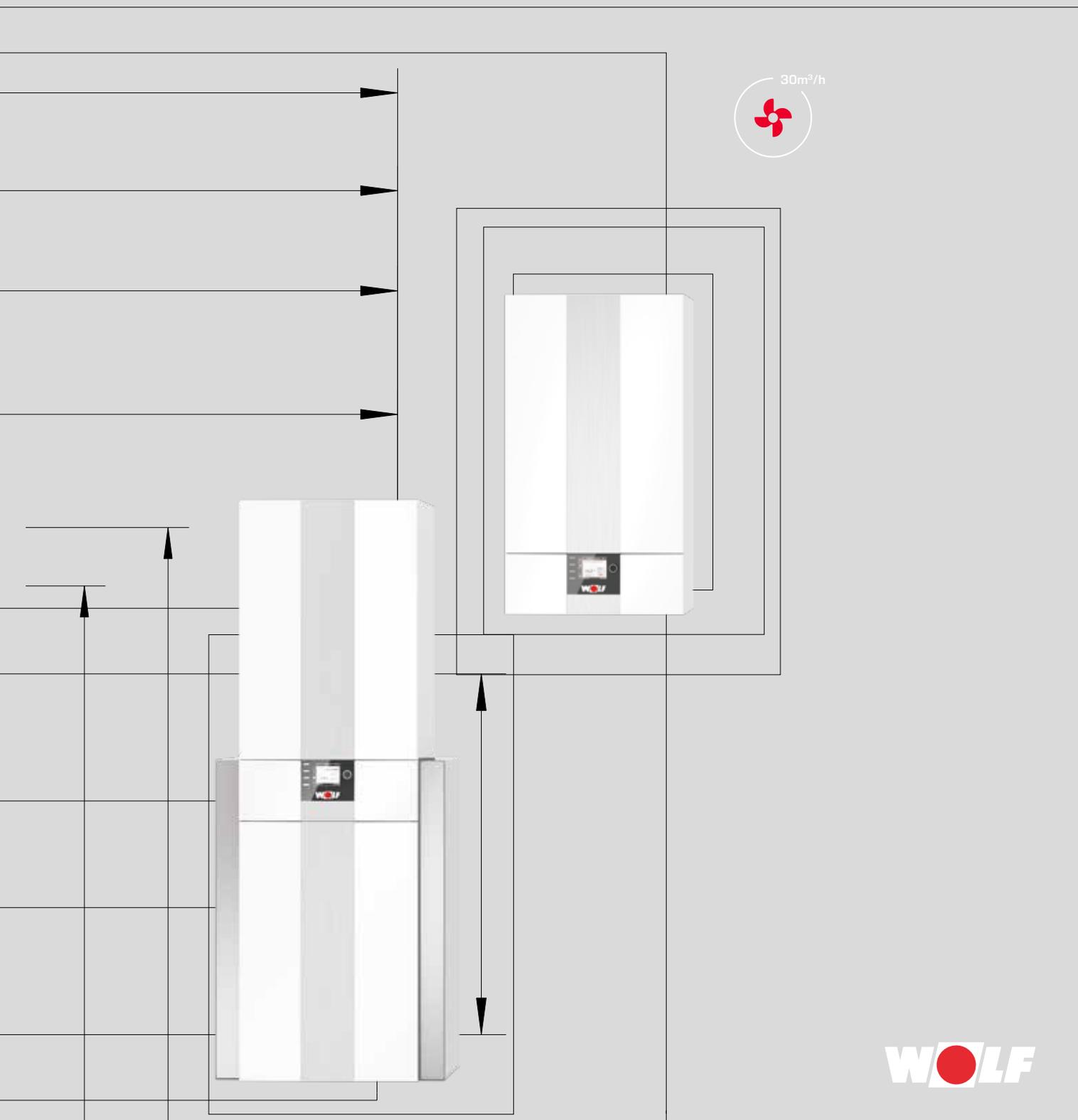
7.7. Refrigerador de adsorción eCoo 20 Fahrenheit

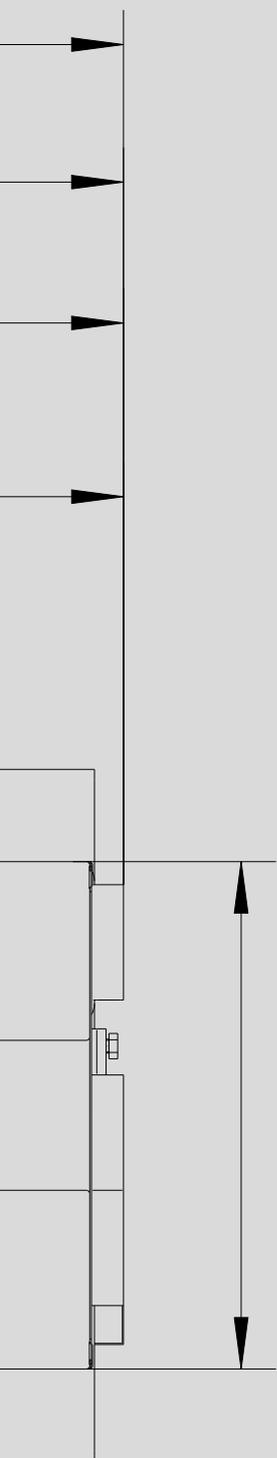
7.8. Fan coils Comfair HC – Lennox

7.9. Torres de refrigeración Apanel TC – Indumec

WOLF CALDERAS DE CONDENSACIÓN A GAS COMFORTLINE

CGB-2(K) / CGW-2 / CGS-2L / CGS-2R





LA AMPLIA GAMA DE EQUIPOS

del proveedor de sistemas WOLF ofrece una solución idónea para cada situación, ya sea nueva construcción o rehabilitación de edificios residenciales, comerciales o industriales. La gama de regulaciones WOLF de altas prestaciones satisface todas las necesidades en lo que a confort para el usuario se refiere.

Siendo de manejo muy sencillo, destacan además por su gran ahorro de energía y fiabilidad de funcionamiento. Fácil y rápida integración de los equipos en instalaciones solares térmicas, ya sean nuevas o existentes.

Los productos WOLF permiten una instalación y un mantenimiento en menor tiempo gracias a la disposición y accesibilidad de los componentes.

CALDERAS DE CONDENSACIÓN A GAS COMFORTLINE	CGB-2	04-05
	CGB-2 (K)	06
	CSW-120	06
	CGW-2	07
	CGS-2L	08
	CGS-2R	09
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	CGB-2 / CGB-2(K)	10-11
	CGW-2	12-13
	CGS-2L	14-15
	CGS-2R	16-17
	CSW-120	18-19
REGULACIÓN BASE		20
ACCESORIO DE REGULACIÓN		21-23
SISTEMA DE SALIDA DE GASES		24-25
ACCESORIOS		26-28

Calderas de condensación a gas
con cámara de combustión cerrada,
permiten funcionamiento estanco o tiro forzado

Elevados rendimientos
de hasta 110 % [PCI] / 99 % [PCS]
para un aprovechamiento energético óptimo

Galardonado con el distintivo "Ángel azul"
que premia los productos altamente respetuosos con el medio ambiente

Quemador de premezcla con amplio rango de modulación
apto para Gas Natural E, LL y GLP.
Modulación desde 1,8 kW

Componentes de alta calidad
con vaso de expansión, bomba de alta eficiencia
[EEI ≤ 0,20] y válvula de 3 vías integradas de serie

Cambio de Gas
sencillo mediante giro de tornillo y ajuste de parámetro,
sin necesidad de kit de transformación

Ajuste automático del CO₂
mediante la combustión autoadaptativa

Optimización del efecto condensación
mediante la regulación por salto térmico
de la bomba de velocidad variable

Intercambiador de calor basculante
permite un mantenimiento sin necesidad
de despresurizar/vaciar
la presión de la caldera/instalación
[ahorro de tiempo]

Intercambiador de calor
con recubrimiento WOLF
"ALUPro" maximiza la
transmitancia del calor y
minimiza las pérdidas térmicas

Control remoto
a través de Smartphone, tablet,
ordenador portátil o PC

Sistema de control WOLF WRS 2
de altas prestaciones
ajustables incluso en remoto

15

VENTAJAS DE LAS CALDERAS DE CONDENSACIÓN A GAS WOLF HASTA 24 KW

CGB-2(K) / CGW-2 / CGS-2

Máxima eficiencia con mínimas emisiones
gracias a la tecnología de combustión autoadaptativa
que se adapta automáticamente
a la calidad/composición del gas

Facilidad para el análisis de combustión
desde fuera, sin abrir el equipo

**Montaje rápido,
manejo y mantenimiento sencillos**
con fácil acceso a todos los componentes
desde el frontal



CGB-2-14, -20, -24

CALDERA DE CONDENSACIÓN A GAS SOLO CALEFACCIÓN

con posibilidad de conexión para un interacumulador de ACS p. ej., CSW-120

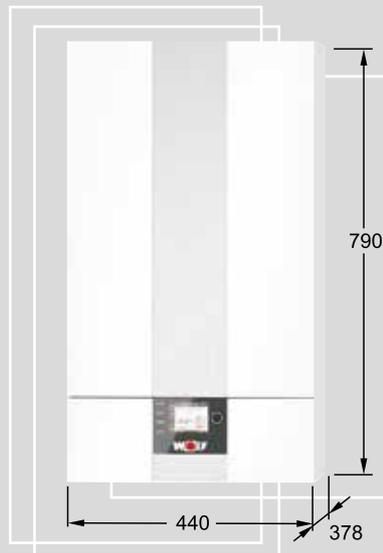
RANGO DE MODULACIÓN

con impulsión/retorno 50/30 °C

POTENCIA EN ACS

durante la producción de ACS

CGB-2-14	de 2,1 a 15,2 kW		
CGB-2-20	de 4,4 a 20,4 kW	CGB-2-20	22,2 kW
CGB-2-24	de 5,6 a 25,8 kW	CGB-2-24	27,1 kW



CGB-2K-20, -24

CALDERA DE CONDENSACIÓN A GAS MIXTA

- con intercambiador de placas de ACS integrado y en acero inoxidable
- para la producción estable e higiénica de ACS
- estabilización de la temperatura constante mediante una regulación exacta del caudal

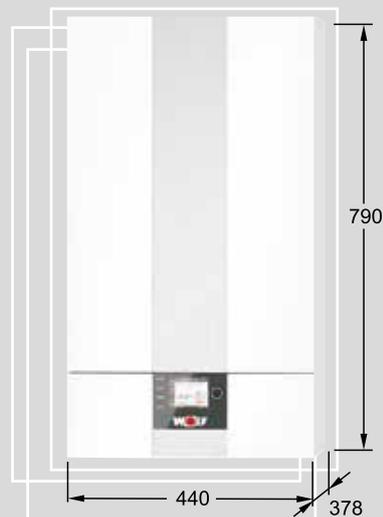
RANGO DE MODULACIÓN

con impulsión/retorno 50/30 °C

POTENCIA EN ACS

durante la producción de ACS

CGB-2K-20	de 4,4 a 20,4 kW	CGB-2K-20	22,2 kW
CGB-2K-24	de 5,6 a 25,8 kW	CGB-2K-24	27,1 kW



CSW-120

INTERACUMULADOR DE ACS



Conexiones R $\frac{3}{4}$ " para impulsión, retorno, agua fría, caliente y recirculación de ACS en la parte superior del acumulador para facilitar la conexión de tuberías; registro de limpieza en la parte superior del acumulador

Revestimiento blanco RAL 9016 / con recubrimiento de pintura en polvo

Acumulador completamente aislado con espuma rígida de PU en el revestimiento, protección térmica de alta eficiencia, mínimas pérdidas de calor

Protección anticorrosión mediante el esmalado interior del depósito y del serpentín, protección anticorrosión adicional mediante ánodo protector de magnesio montado en el registro de inspección y limpieza

Serpentín de gran superficie para maximizar el intercambio y conseguir un calentamiento rápido

Elevada producción continua de ACS

Toma de vaciado R $\frac{1}{2}$ " en la parte inferior con grifo de vaciado y rosca para manguera

Patas ajustables

5 años de garantía sobre el cuerpo del interacumulador

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

		CGB-2	14	20	24	-	-
		CGB-2K	-	-	-	20	24
Clase de eficiencia energética calefacción de estancias			A	A	A	A	A
Clase de eficiencia energética producción de ACS						A	A
Potencia calorífica nominal a 80/60°C	kW		13,5	18,9/22,2 ¹⁾	23,8/27,1 ¹⁾	18,9/22,2 ¹⁾	23,8/27,1 ¹⁾
Potencia calorífica nominal a 50/30°C	kW		15,2	20,4	25,8	20,4	25,8
Carga térmica nominal	kW		14,0	19,6/23,0	24,6/28,0	19,6/23,0	24,6/28,0
Potencia calorífica mínima modulando a 80/60°C	kW		1,8/4,6 ²⁾	3,8/6,8 ²⁾	4,8/6,8 ²⁾	3,8/6,8 ²⁾	4,8/6,8 ²⁾
Potencia calorífica mínima modulando a 50/30°C	kW		2,1/5,4 ²⁾	4,4/7,4 ²⁾	5,6/7,4 ²⁾	4,4/7,4 ²⁾	5,6/7,4 ²⁾
Carga térmica mínima modulando	kW		1,9/4,9 ²⁾	3,9/6,9 ²⁾	4,9/6,9 ²⁾	3,9/6,9 ²⁾	4,9/6,9 ²⁾
Conexión de impulsión de calefacción	G		¾" [DN20]	¾" [DN20]	¾" [DN20]	¾" [DN20]	¾" [DN20]
Conexión de retorno de calefacción	G		¾" [DN20]	¾" [DN20]	¾" [DN20]	¾" [DN20]	¾" [DN20]
Conexión ACS	G		¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
Conexión de agua fría	G		¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
Conexión de gas	R		½"	½"	½"	½"	½"
Conexión tubo salida de gases	mm		60/100	60/100	60/100	60/100	60/100
Dimensiones							
Fondo					378 mm		
Ancho					440 mm		
Alto					790 mm		
Sistema de salida de gases	Modelo		B23 _p , B33 _p , C13(x), C33(x), C43(x), C53(x), C63(x), C83(x), C93(x)				
Categoría de gas			II _{2N3+}				
Valor de conexión de gas							
Gas natural E/H [PCI = 9,5 kWh/m³ = 34,2 MJ/m³]	m³/h		1,44	2,06/2,42 ¹⁾	2,52/2,95 ¹⁾	2,06/2,42 ¹⁾	2,52/2,95 ¹⁾
Gas natural LL [PCI = 8,6 kWh/m³ = 31,0 MJ/m³]	m³/h		1,59	2,28/2,67 ¹⁾	2,79/3,25 ¹⁾	2,28/2,67 ¹⁾	2,79/3,25 ¹⁾
GLP [PCI = 12,8 kWh/kg = 46,1 MJ/kg]	kg/h		1,07	1,53/1,80 ¹⁾	1,87/2,19 ¹⁾	1,53/1,80 ¹⁾	1,87/2,19 ¹⁾
Presión de conexión de gas natural [mínima-máxima permitida]	mbar		20 [17-25]				
Presión de conexión de GLP [mínima-máxima permitida]	mbar		28-30/37 [25-45]				
Rendimiento instantáneo a 40/30 °C [PCI/PCS]	%		110/99				
Rendimiento instantáneo a 75/60 °C [PCI/PCS]	%		107/96				
Rendimiento a carga nominal a 80/60 °C [PCI/PCS]	%		98/88				
Rendimiento a carga parcial del 30 % y TR = 30 °C [PCI/PCS]	%		108/97				
Ajuste de fábrica temperatura de impulsión	°C		75				
Temperatura de impulsión máxima	°C		90				
Presión máxima de trabajo	bar		3,0				
Altura de bombeo disponible máxima para circuito de calefacción:							
Bomba de alta eficacia [EEI ≤ 0,20]							
600 l/h caudal [14 kW a Δt = 20 K]	mbar		550				
860 l/h caudal [20kW a Δt = 20 K]	mbar		430				
1030 l/h caudal [24kW a Δt = 20 K]	mbar		280				
Caudal de ACS (ajuste de fábrica en limitador de caudal)	l/min		-	-	-	2,0-6,5	2,0-8,0
Presión de flujo mínima según EN 625	bar		-	-	-	0,4	0,65
Caudal de agua espec. Caudal de agua "D" con Δt = 30 K	l/min		-	-	-	10,3	13,0
Presión máxima admisible ACS	bar		-	-	-	10	10
Rango de temperatura ACS (ajustable)	°C		-	-	-	45-65	45-65
Capacidad de agua del intercambiador de calor	litros		1,3				
Capacidad vaso de expansión	litros		10				
Presión inicial vaso de expansión	bar		0,75-0,95				
Temperatura de gases de combustión 80/60 - 50/30 para Q _{máx} .	°C		62-45	70-50	76-50	70-50	76-50
Temperatura de gases de combustión 80/60 - 50/30 para Q _{mín} .	°C		30-25	30-25	33-27	30-25	33-27
Caudal de gases de combustión para Q _{máx} .	g/s		6,2	8,8/10,7 ¹⁾	10,9/13,0 ¹⁾	8,8/10,7 ¹⁾	10,9/13,0 ¹⁾
Caudal de gases de combustión para Q _{mín} .	g/s		0,9	1,8	2,3	1,8	2,3
Presión de impelente disponible del ventilador para Q _{máx} .	Pa		125	135	180	135	180
Presión de impelente disponible del ventilador para Q _{mín} .	Pa		10	14	17	14	17
Grupo de valores de los gases de la combustión			G ₅₂				
Clase NOx			6				
Caudal de agua de condensación a 50/30 °C	l/h		aprox. 1,4	aprox. 2,0	aprox. 2,4	aprox. 2,0	aprox. 2,4
pH del agua de condensación			aprox. 4,0				
Consumo de potencia eléctrica en modo espera	W		3				
Consumo máximo de potencia eléctrica	W		17-45/59 ¹⁾	17-51/63 ¹⁾	17-62/88 ¹⁾	17-51/63 ¹⁾	17-62/88 ¹⁾
Grado de protección	IP		IPX4D				
Conexión eléctrica/Protección con fusibles			230 V/50 Hz/16 A/B				
Peso total	kg		33			35	

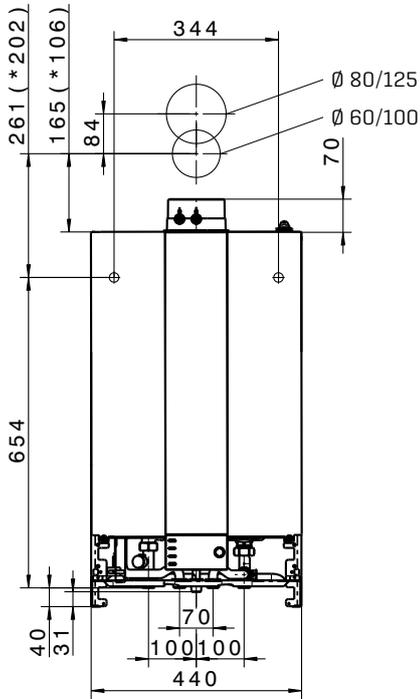
¹⁾ Modo calefacción/Modo agua caliente sanitaria
²⁾ Gas natural/GLP [G31]

**DIMENSIONES
Y MEDIDAS DE CONEXIÓN
CGB-2/CGB-2K**

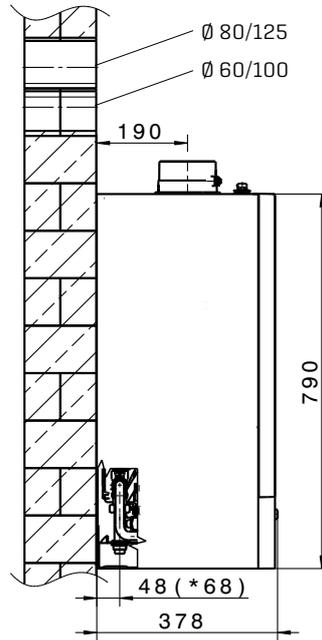
CGB-2/CGB-2K



CGB-2

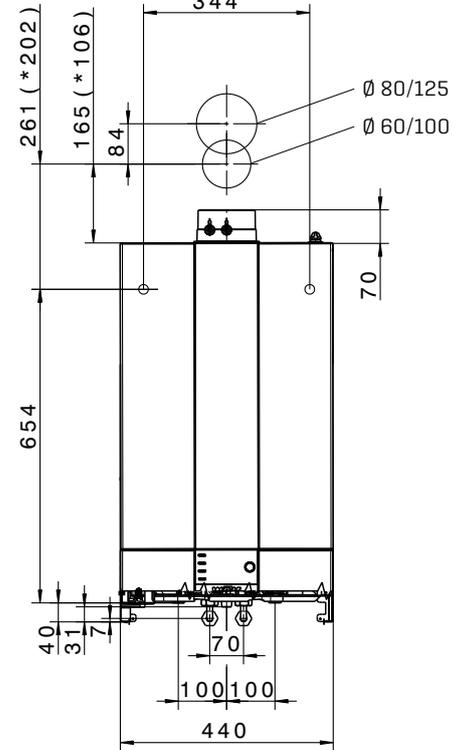


Vista frontal

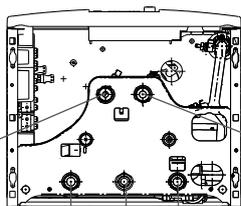


Vista lateral

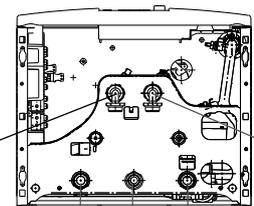
CGB-2K



Vista frontal



- Retorno acumulador G^{3/4}"
- Retorno de calefacción G^{3/4}"
- Conexión de gas R^{1/2}"
- Impulsión de calefacción G^{3/4}"
- Impulsión acumulador G^{3/4}"



- Conexión de ACS G^{3/4}"
- Impulsión de calefacción G^{3/4}"
- Conexión de gas R^{1/2}"
- Retorno de calefacción G^{3/4}"
- Conexión de agua fría G^{3/4}"

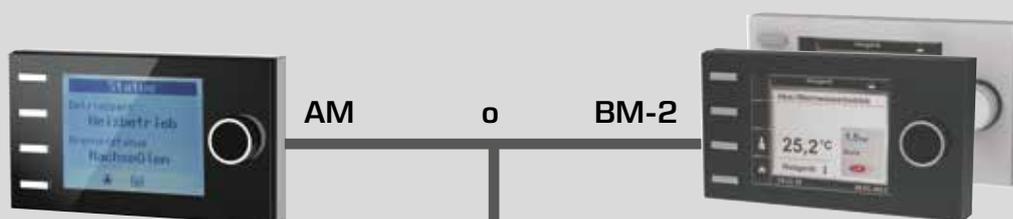


Vista inferior



REGULACIÓN BASE

Para el funcionamiento de una caldera de condensación a gas CGB-2(K)/CGW-2/CGS-2 debe usarse un módulo indicador AM o una unidad de mando BM-2.



El AM sirve como módulo indicador para el generador de calor. Se pueden configurar o visualizar parámetros y valores específicos para el equipo.

Módulo indicador AM

- Módulo indicador para el generador de calor
- Necesario solo cuando el BM-2 se usa como mando a distancia o en caso de conexión en cascada
- Manejo mediante mando giratorio con función de pulsador
- 4 teclas de acceso rápido para funciones de uso frecuente
- Pantalla LCD con retroiluminación
- El módulo indicador AM únicamente puede instalarse en el generador de calor

Unidad de mando BM-2

- en negro y blanco
- temperatura de impulsión controlada por la temperatura exterior
- Programas horarios para calefacción, agua caliente y recirculación
- Pantalla en color de 3,5"
- Guía por menús sencilla mediante visualización de texto explicativo
- Manejo mediante mando giratorio con función de pulsador
- 4 teclas de función para funciones de uso frecuente
- Ranura para tarjeta microSD para actualizaciones de software
- Opción de montaje en la caldera o en el zócalo de pared como sonda ambiente/termostato modulante
- En las instalaciones multicircuito solo es necesaria una unidad de mando
- Ampliable mediante el módulo de mezcla MM-2 [máx. hasta 7 circuitos de mezcla]
- BM-2 se puede usar como mando a distancia para el equipo de ventilación CWL Excellent (una unidad de mando para calefacción y ventilación)



Es imprescindible instalar un módulo indicador AM o una unidad de mando BM-2 en el generador de calor

Unidad de mando BM-2 en negro y blanco, (si BM-2 está en el generador de calor, máximo 6 mandos a distancia adicionales)

Conexión de e-Bus de 2 cables

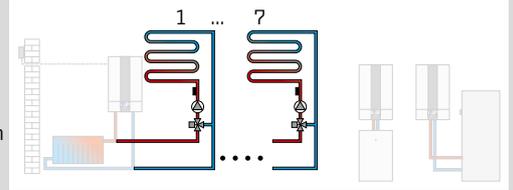


Conexión de e-Bus de 2 cables



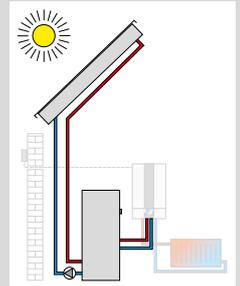
Módulo de mezcla MM-2

- Módulo de ampliación para regular un circuito de calefacción con válvula mezcladora
- Regulación de la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior
- Configuración sencilla del regulador mediante selección de variantes de instalación predefinidas
- Opcionalmente unidad de mando BM-2 con zócalo de pared para mando a distancia y sonda de ambiente/termostato modulante del circuito
- Conexiones eléctricas tipo Rast 5
- Incluido sensor de contacto de temperatura de impulsión



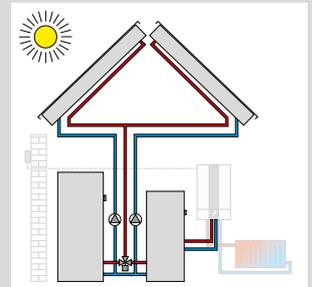
Módulo solar SM1-2

- Módulo de ampliación para regular un circuito solar que incluye sonda de temperatura del captador, sonda de temperatura del acumulador de ACS y vainas de inmersión
- En combinación con generadores de calor WOLF se consigue un mayor ahorro de energía mediante calentamiento optimizado del interacumulador, es decir, bloqueo de la recarga de acumuladores cuando exista una radiación solar
- Contabilización de energía con contador de energía externo
- Control de funcionamiento para caudal y válvula de retención
- Regulación por diferencial de temperatura para un circuito (p. ej., interacumulador)
- Limitación de la temperatura máxima del interacumulador
- Indicación de valores de consigna y reales en el módulo de mando BM-2
- Contador de horas de funcionamiento integrado
- Interface eBus con gestión de energía automática
- Conexiones eléctricas tipo Rast 5



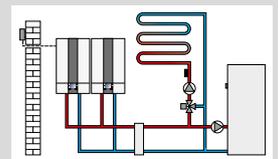
Módulo solar SM2-2

- Módulo de ampliación para regular una instalación solar con un máximo de 2 acumuladores y 2 campos de captadores, incluida 1 sonda del captador y 1 sonda del acumulador con con sus respectivas vainas de inmersión
- Sencilla configuración del accesorio de regulación mediante la selección de configuraciones de instalación predefinidas
- En combinación con generadores de calor WOLF se consigue un mayor ahorro de energía mediante calentamiento optimizado del interacumulador, es decir, bloqueo de la recarga de acumuladores cuando exista una radiación solar
- Contabilización de energía con contador de energía externo para todas las configuraciones
- Selección del modo de funcionamiento del acumulador
- Indicación de valores de consigna y reales en el módulo de mando BM-2
- Interfaz eBus con gestión de energía automática
- Conexiones eléctricas tipo Rast 5



Módulo de cascada KM-2

- Módulo de ampliación para la regulación de instalaciones con aguja hidráulica o calderas en cascada
- Apta para hasta 4 calderas en cascada
- Configuración sencilla del regulador mediante selección de variantes de instalación predefinidas
- Control de un circuito de calefacción con válvula mezcladora
- Opcionalmente unidad de mando BM-2 con zócalo de pared para mando a distancia y sonda de ambiente/termostato modulante del circuito
- Entrada de 0-10 V para instalaciones con regulación de gestión integral o superior, salida de señal de avería de 230 V
- Interface eBus con gestión de energía automática
- Conexiones eléctricas tipo Rast 5





Sonda exterior inalámbrica
[solo en combinación con un receptor para sonda exterior inalámbrica ref. 27 44 209]



Receptor para sonda exterior inalámbrica y sonda ambiente inalámbrica
Apto para conectar hasta 7 sondas



Sonda ambiente inalámbrica
[solo en combinación con un receptor para sonda ambiente inalámbrica ref. 27 44 209]
Por cada circuito de mezcla se admite, como máximo, una sonda ambiente inalámbrica.



Sonda ambiente vía eBus

- mando a distancia sencillo para circuitos de calefacción y de calefacción con válvula mezcladora
- cada circuito de calefacción se puede manejar por separado con un mando a distancia
- sonda de ambiente integrada
- ajuste de la selección de temperaturas y programas mediante selector giratorio
- solo en combinación con la unidad de mando BM-2



Módulo interfaz LON ISM 6

para la integración del sistema de regulación WOLF en sistemas de control para Gestión Técnica de Edificios bajo protocolo de red estándar LON



Módulo interfaz ISM8i Ethernet

Modulo interfaz con protocolo TCP/IP abierto para la integración independiente del sistema de equipos WOLF.



Juego de interfaces KNX

Juego de interfaces para la integración de generadores de calor WOLF en una red KNX

Compuesto por:

Módulo de interfaz ISM8i, módulo KNX-IP-BAOS, cable de red



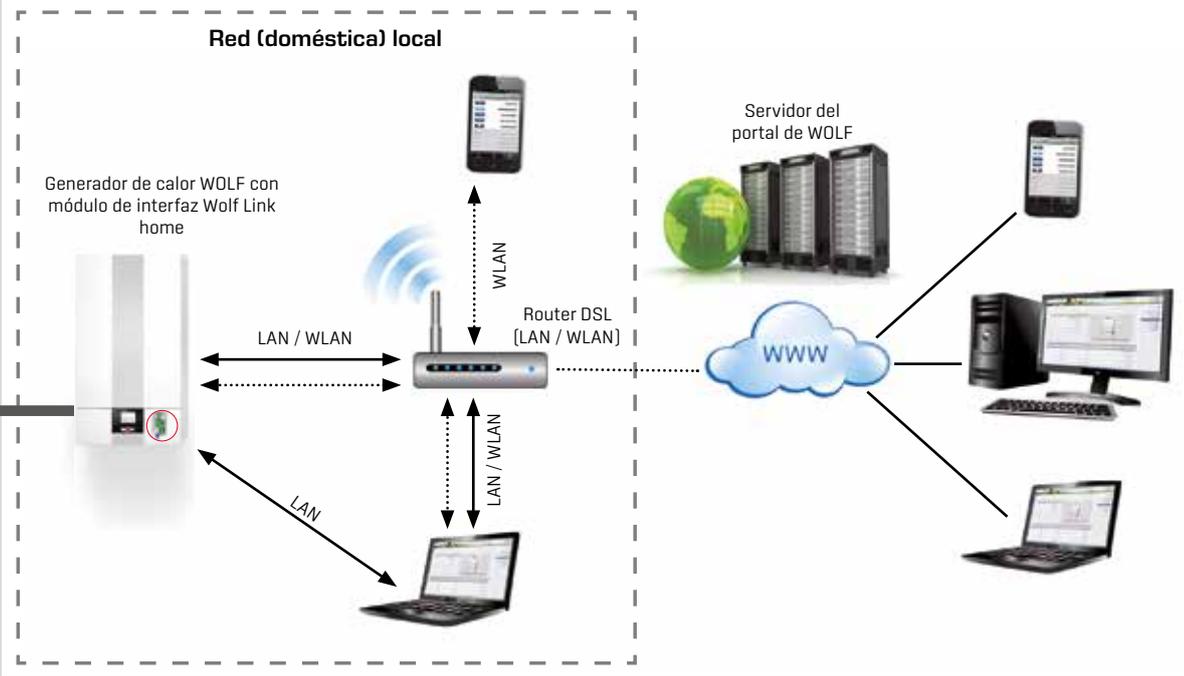
Módulo E/A

Módulo de ampliación para 2 señales adicionales de entrada [E1] y de salida [A1] parametrizables

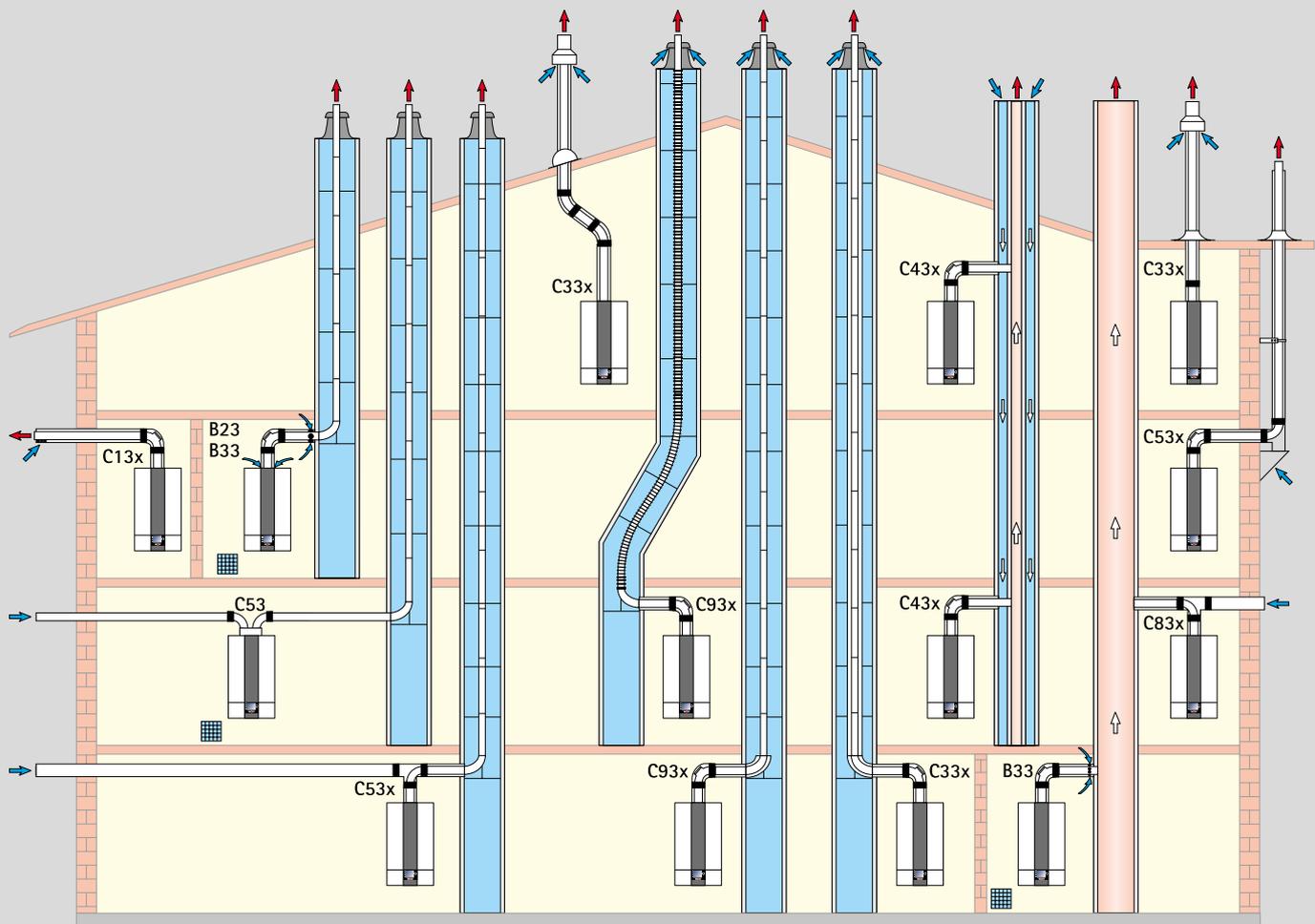
WOLF LINK HOME

Interfaz LAN/WLAN para el acceso a la regulación a través de Internet o una red local. Manejo mediante Smartphone APP o Portal WOLF. Instalación en la caja de regulación del equipo.

Conexión de e-Bus de 2 cables



SISTEMA DE SALIDA DE GASES PARA CALDERAS DE CONDENSACIÓN A GAS CGB-2(K) / CGW-2 / CGS-2



 Prever ventilación en B23, B33

SISTEMA DE SALIDA DE GASES PARA CALDERAS DE CONDENSACIÓN A GAS CGB-2(K) / CGW-2 / CGS-2

Configuraciones para el sistema de salida de gases		Longitud máxima ¹⁾ [m]			
		CGB-2-14 CGW-2-14 CGS-2-14	CGB-2(K)-20 CGW-2-20 CGS-2-20	CGB-2(K)-24 CGW-2-24 CGS-2-24	
B23	Conducto de evacuación por patinillo/conducto de obra y aire de combustión directamente a través de la caldera [sistema no estanco]	DN60	45	25	21
		DN80	-	50	50
B33	Conducto de evacuación a través de patinillo/conducto de obra con conexión concéntrica horizontal [sistema no estanco]	DN60	43	23	19
		DN80	50	50	50
B33	Conexión a chimenea de evacuación resistente a la humedad con conexión concéntrica horizontal [sistema no estanco]	Cálculo según EN 13384 [fabricante chimenea]			
C13x	Conducto concéntrico horizontal a través de fachada exterior [sistema estanco]	DN60/100	10	10	10
		DN80/125	10	10	10
C33x	Conducto vertical concéntrico a través de tejado inclinado o plano, conducción del sistema de salida de gases vertical concéntrico, para instalación en patinillo/conducto de obra, [sistema estanco]	DN60/100	16	14	12
		DN80/125	17	22	26
		DN110/160	18	25	30
C43x	Conexión a una chimenea de toma de aire de aspiración y evacuación resistente a la humedad, longitud máxima hasta la conexión: 2 m [sistema estanco]	Cálculo según EN 13384 [fabricante de salida de gases]			
C53	Conducto de evacuación a través de patinillo/conducto de obra y conducto de aire de combustión a través de pared exterior [sistema estanco]	DN80/125	50	50	50
C53x	Conducto concéntrico vertical por fachada [sistema estanco] Aspiración del aire de combustión en exterior	DN60/100	46	24	20
		DN80/125	-	50	50
C83x	Conexión a chimenea de evacuación resistente a la humedad y aire de combustión a través de pared exterior [sistema estanco]	DN80/125	50	50	50
C83x	Conexión concéntrica a chimenea de evacuación resistente a la humedad y aire de combustión a través de pared exterior [sistema estanco]	Cálculo según EN 13384 [fabricante de salida de gases]			
C93x	Conducto de evacuación por patinillo/conducto de obra resistente a la humedad. Con conexión de conducto de aire de combustión por el mismo patinillo. Ejemplo: conducto concéntrico de conexión hasta patinillo DN60/100, conducto simple vertical DN60	rígida	17	17	17
		flexible	13	13	13
C93x	Conducto de evacuación por patinillo/conducto de obra resistente a la humedad. Con conexión de conducto de aire de combustión por el mismo patinillo. Ejemplo: conducto concéntrico de conexión hasta patinillo DN60/100 o DN80/125, conducto simple vertical DN	rígida	18	21	26
		flexible	14	17	22

¹⁾ La longitud máxima corresponde a la longitud total desde el equipo hasta la boca de salida de gases

Nota: las configuraciones C33x y C83x pueden instalarse también en garajes.

El cálculo se ha realizado teniendo en cuenta una altura geodésica de 325 m.

Los ejemplos de montaje deberán adecuarse en todo caso a la legislación vigente. Toda pregunta relacionada con la instalación, sobre todo con el montaje de piezas de inspección y aberturas de toma de aire, deberá consultarse con los organismos locales competentes en la materia antes de la instalación.

Los valores de longitud se refieren únicamente a piezas/accesorios originales WOLF.

Los sistemas de salida de gases DN60/100, DN80/125 y DN110/160 se han certificado como sistema junto con las calderas de condensación a gas WOLF.

Pueden utilizarse las siguientes conducciones concéntricas o tuberías de salida de gases simples con homologación CE-0036-CPD-9169003:

- Conductos de evacuación DN60, DN80, DN110, DN125 y DN160
- Conducción concéntrica DN60/100, DN80/125 y DN110/160
- Conducción concéntrica [por fachada] DN 80/125
- Conductos de evacuación flexibles DN60, DN80 y DN110

Deben seguirse asimismo las instrucciones de montaje suministradas junto con los accesorios.

Cálculo de la longitud máxima del sistema de salida de gases

A la longitud recta de las conducciones se le debe sumar la equivalente pérdida de carga de los codos.

Ejemplo:

Longitud recta = 1,5 m
Codo 87° = 1,5 m
2 x codos de 45° = 2 x 1,3 m
L = 1,5 m + 1 x 1,5 m + 2 x 1,3 m
L = 5,6 m

Codo	Tipo conducto	Equivalencia de longitud [m]
30°	simple pared	0,4
45°	simple pared	0,6
87°	simple pared	1,0
30°	concéntrica	0,7
45°	concéntrica	1,2
87°	concéntrica	2,0

CALDERAS DE CONDENSACIÓN A GAS COMFORTLINE ACCESORIOS

CGB-2 Caldera de condensación a gas solo calefacción con posibilidad de conectar interacumulador de ACS

CGB-2K Caldera de condensación a gas mixta para calefacción y producción de ACS

CGW-2 Grupo térmico de condensación a gas para calefacción y producción de ACS con acumulador dinámico de acero inoxidable, mural

CGS-2L Grupo térmico de condensación a gas para calefacción y producción de ACS con acumulador dinámico de acero vitrificado, de pie

CGS-2R Grupo térmico de condensación a gas para calefacción y producción de ACS con interacumulador de acero vitrificado, de pie

Ensayada según la normativa CE y EN 483 para instalaciones de calefacción conforme a EN 12828 con temperaturas de impulsión de hasta 90 °C y presión de funcionamiento admisible de 3 bar, apta para trabajar en descenso progresivo de la temperatura exterior o de ambiente; regulación modulante de la potencia, combustión autoadaptativa, con adaptación automática a la calidad/composición del gas para minimizar las emisiones contaminantes.

Regulación con centralita de combustión, encendido electrónico y control de la llama por ionización, regulación modulante de quemador en aire/gas.

Revestimiento blanco RAL 9016.

	CGB-2	CGB-2 con CSW-120	CGB-2K	CGW-2	CGS-2	CGS-2
	-14		-20	-14/100L	-14/120L	-14/150R
	-20		-24	-20/120L	-20/160L	-20/150R
	-24			-24/140L	-24/200L	-24/150R

Accesorios

Accesorio de regulación	CGB-2	CGB-2 con CSW-120	CGB-2K	CGW-2	CGS-2	CGS-2
Módulo indicador AM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unidad de mando BM-2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zócalo de pared	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mando a distancia analógico AFB ART 2D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Módulo de mezcla MM-2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Módulo solar SM1-2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Módulo solar SM2-2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Módulo de cascada KM-2	<input type="radio"/>					
Receptor para sonda exterior inalámbrica y sonda ambiente inalámbrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonda exterior inalámbrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonda ambiente inalámbrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
WOLF Link home / pro - Módulo interfaz LAN/WLAN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Accesorios posibles

	CGB-2	CGB-2	CGB-2K	CGW-2	CGS-2	CGS-2
	-14	con	-20	-14/100L	-14/120L	-14/150R
	-20	CSW-120	-24	-20/120L	-20/160L	-20/150R
	-24			-24/140L	-24/200L	-24/150R

Accesorios

Accesorio hidráulico y accesorio de conexión de gas

Válvula de seguridad Rp $\frac{1}{2}$ " hasta 3 bar (incluida y montada en versión española)

Embudo de salida R1" con sifón y roseta, plástico gris

Dispositivo de llenado

Accesorios para instalación empotrada

Llave de mantenimiento acodada G $\frac{3}{4}$ ", cromada

Llave de mantenimiento acodada G $\frac{3}{4}$ " con conexión R $\frac{1}{2}$ " para válvula de seguridad, cromada

Pieza de conexión para ACS G $\frac{1}{2}$ ", cromada

Pieza de conexión para agua fría G $\frac{1}{2}$ ", cromada

Juego de conexión para instalación empotrada

Juego de conexión agua sanitaria doméstica con o sin reductor de presión

Accesorios para instalación vista

Llave de mantenimiento recta Rp $\frac{3}{4}$ ", cromada

Llave de mantenimiento recta Rp $\frac{3}{4}$ " con conexión R $\frac{1}{2}$ " para válvula de seguridad, cromada

Pieza de conexión para ACS R $\frac{1}{2}$ ", cromada

Pieza de conexión para agua fría R $\frac{1}{2}$ ", cromada

Juego de conexión para instalación vista

Juego de conexión instalación vista premontado

Juego de conexión agua sanitaria doméstica con o sin reductora de presión

Accesorios posibles

CALDERAS DE CONDENSACIÓN A GAS COMFORTLINE

ACCESORIOS

	CGB-2 -14 -20 -24	CGB-2 con CSW-120	CGB-2K -20 -24	CGW-2 -14/100L -20/120L -24/140L	CGS-2 -14/120L -20/160L -24/200L	CGS-2 -14/150R -20/150R -24/150R
Accesorios						
Accesorio juegos de instalación						
Juego de conexión solar para control adicional de un acumulador solar				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Juego para integración solar			<input type="checkbox"/>			
Juego de conexión de tuberías de grupo térmico de condensación a gas en impulsión/retorno de calefacción, agua fría/ACS, gas, parcialmente premontado					<input type="checkbox"/>	
Accesorio circulación						
Bomba de recirculación para agua caliente sanitaria				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros accesorios						
Cubreconexiones	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ánodo de corriente externa					<input type="checkbox"/>	
Interacumulador de ACS CSW-120	<input type="checkbox"/>					
Accesorio para el sistema de salida de gases						
Sistema concéntrico de salida de gases	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema con simple pared	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Juegos de conexión para sistemas de salidas de gases por patinillo/conducto de obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

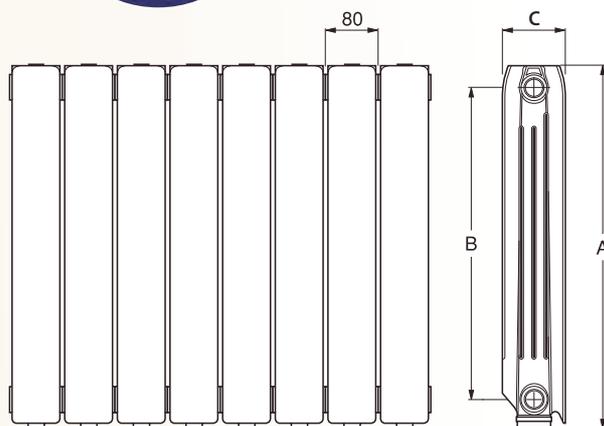
Accesorios posibles

EUROPA C

Radiador de Aluminio

PRESTACIONES

- Agradable estética**
 Su diseño plano y sin aberturas configura una estética moderna que hace innecesario el uso de cubreradiadores, que obligan a redimensionar la instalación.
- Máxima duración**
 La aleación especial utilizada en su fabricación resistente a la corrosión y una fabricación controlada, los hacen tan duraderos como su vivienda.
- Integración en instalaciones de baja temperatura**
 El gran poder de transmisión térmica del aluminio hace posible una elevada emisión térmica, que junto a la amplia gama de alturas disponibles permiten adaptarse de forma sumamente sencilla a instalaciones de baja temperatura, consiguiendo mejores sensaciones de confort térmico y mayores ahorros energéticos.
- Estanquidad total**
 Nuestro sistema exclusivo de junta elástica entre elementos asegura una estanquidad indefinida.
 Presión de servicio: 6 bar
 Todos los elementos son probados, formando baterías, a una vez y media la presión de servicio, es decir, a 9 kg/cm²
- Perfecto acabado**
 Se suministran pintados individualmente con resinas epoxi polimerizadas, que le proporcionan un acabado de gran belleza y duración, montados en baterías de 2 a 12 elementos y protegidos por una gruesa funda de plástico retráctil y protectores laterales de cartón.



Especialmente indicado para trabajar en instalaciones de baja temperatura, con $\Delta T 40^{\circ}C$.
 Datos técnicos en tabla

No aislar el radiador completamente de la instalación, salvo que esté equipado con purga automática. No aislar la instalación completa en caso de instalaciones centralizadas si no existen elementos de seguridad.
 El valor del pH del agua debe estar entre 7 y 8. Además, el agua no debe tener características corrosivas que dañen a los materiales en general.

DATOS TÉCNICOS EUROPA C

CARACTERÍSTICAS		EUROPA 450 C	EUROPA 600 C	EUROPA 700 C	EUROPA 800 C	
Emisión térmica UNE EN 442	$\Delta T = 50^{\circ}C$	W	89,2	119,8	137,1	158,0
		kcal/h	76,7	103,0	117,9	135,8
	$\Delta T = 60^{\circ}C$	W	112,7	152,3	174,3	200,9
		kcal/h	96,9	131,0	149,8	172,8
	$\Delta T = 40^{\circ}C$	W	67,1	89,2	102,2	117,6
		kcal/h	57,7	76,8	87,9	101,2
	Emisión baja temperatura $\Delta T = 30^{\circ}C$	W	46,46	61,07	69,99	80,46
		kcal/h	39,96	52,52	60,19	69,19
Tª máxima de funcionamiento		110° C				
Exponente n		1,27784	1,31869	1,31598	1,32052	
Km		0,601947	0,688627	0,796525	0,901564	
Contenido agua	(litros)	0,31	0,39	0,45	0,50	
Peso	(kg)	1,04	1,34	1,57	1,85	
Dimensiones	A	(mm)	431	581	681	781
	B	(mm)	350	500	600	700
	C	(mm)	100	100	100	100
Conexiones	(Ø)	1"	1"	1"	1"	

Ecuación característica de cada modelo: $\Phi = Km \times \Delta T^n$

CAL 120/19

Síguenos en



Centro de Atención al DISTRIBUIDOR
 madrid@ferroli.es
902 400 113

Ferroli
 Centro de Atención PROFESIONAL
 profesional@ferroli.es
902 48 10 10

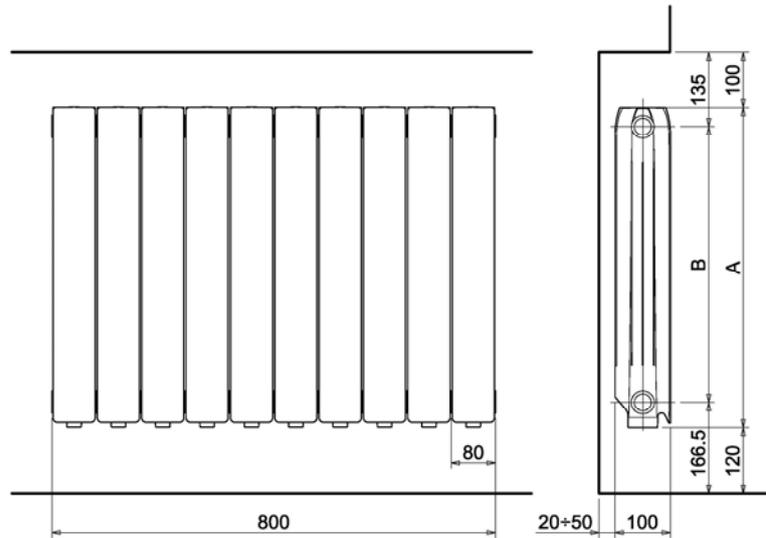
Ferroli
 Centro de atención y recepción de avisos USUARIO
 usuario@ferroli.es
902 197 397

ISO 9001
 BUREAU VERITAS
 Certification



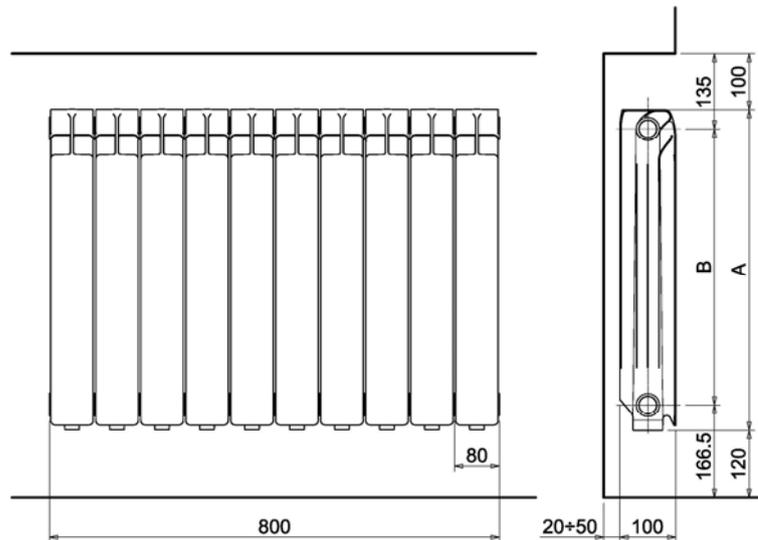
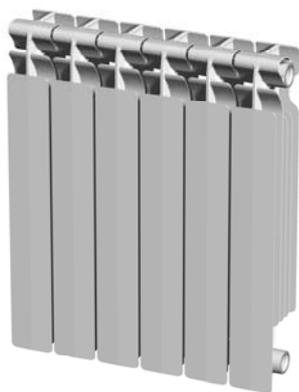
MÁS INFORMACIÓN : www.ferroli.com - Tfno.: 91 661 23 04 - info@ferroli.es

EUROPA C



	Dimensiones		Emisión térmica UNE EN 442			Exponente n	Coeficiente Km	Presión máxima de funcionamiento bar
	A	B	T=50° C W	T=40° C W	T=30° C W			
EUROPA 450 C	431	350	89,2	67,1	46,46	1,27784	0,601947	6
EUROPA 600 C	581	500	119,8	89,2	61,07	1,31869	0,688627	6
EUROPA 700 C	681	600	137,1	102,2	69,99	1,31598	0,796525	6
EUROPA 800 C	781	700	158,0	117,6	80,46	1,32052	0,901564	6
EUROPA 900 C	880	800	164,2	122,8	84,44	1,30217	1,0071	10

XIAN N



	Dimensiones		Emisión térmica UNE EN 442			Exponente n	Coeficiente Km	Presión máxima de funcionamiento bar
	A	B	T=50° C W	T=40° C W	T=30° C W			
XIAN 450 N	431	350	90,8	67,83	46,60	1,30483	0,55081	6
XIAN 600 N	581	500	122,9	91,66	62,08	1,31423	0,71897	6
XIAN 700 N	681	600	142,2	105,62	72,00	1,33400	0,77016	6
XIAN 800 N	781	700	160,2	119,93	81,00	1,33487	0,86447	6

Cool Aleternum®



Baja inercia térmica



Contenido de agua reducido



Versatilidad



Presión nominal



Doble proceso de pintura:
anaforesis y polvos



100% Aluminio

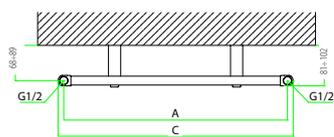
CE₁₄



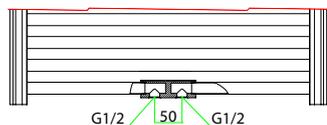
Entre-eje:	ALTURAS (B)
400 - 450 - 500 550 - 600	858 - 1152 1488 - 1740

Tratamiento Anticorrosivo **Aleternum** de serie.

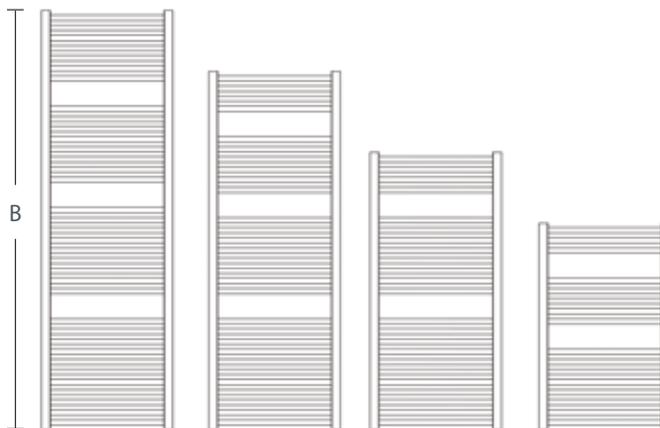
Los radiadores **COOL** están garantizados durante **12 años**, desde la fecha de instalación, contra defectos de fabricación, con la condición de que se haya realizado escrupulosamente la instalación, según la vigente normativa y reglamentación respetando las prescripciones referidas a la instalación, la utilización y su correcto mantenimiento.



Conexión lateral



Conexión central (AC)



35 tubos

29 tubos

23 tubos

16 tubos

Altura (B) mm	Modelo	Potencia Térmica				
		$\Delta T 30$ W	$\Delta T 40$ W	$\Delta T 50$ W	$\Delta T 60$ W	$\Delta T 70$ W
858	860/400	188	266	348	433	521
	860/450	196	280	370	464	562
	860/500	211	302	399	501	607
	860/550	226	324	428	537	651
	860/600	241	346	457	574	696
1152	1160/400	248	350	458	571	687
	1160/450	265	380	502	630	763
	1160/500	288	412	544	684	829
	1160/550	310	444	587	737	894
	1160/600	333	477	630	791	959

Altura (B) mm	Modelo	Potencia Térmica				
		$\Delta T 30$ W	$\Delta T 40$ W	$\Delta T 50$ W	$\Delta T 60$ W	$\Delta T 70$ W
1488	1490/400	322	455	595	741	892
	1490/450	347	497	658	826	1002
	1490/500	378	542	717	900	1092
	1490/550	410	587	776	975	1182
	1490/600	441	632	835	1049	1271
1740	1740/400	379	539	707	883	1065
	1740/450	413	590	778	976	1181
	1740/500	451	645	850	1066	1291
	1740/550	489	699	922	1156	1400
	1740/600	527	754	994	1247	1509

Altura (B) mm	Modelo	Profundidad mm	Entre-eje (A) mm	Anchura (C) mm	Contenido de agua litros	Exponente n	Coefficiente K_m
858	860/400	26	400	428	2,4	1,2015	3,1596
	860/450		450	478	2,7	1,2443	2,8430
	860/500		500	528	2,9	1,2468	3,0374
	860/550		550	578	3,2	1,2492	3,2277
	860/600		600	628	3,4	1,2517	3,4143
1152	1160/400	26	400	428	3,4	1,2029	4,1431
	1160/450		450	478	3,8	1,2479	3,8033
	1160/500		500	528	4,1	1,2487	4,1156
	1160/550		550	578	4,5	1,2495	4,4259
	1160/600		600	628	4,9	1,2502	4,7339
1488	1490/400	26	400	428	4,4	1,2045	5,3470
	1490/450		450	478	4,8	1,2520	4,9057
	1490/500		500	528	5,2	1,2509	5,3720
	1490/550		550	578	5,7	1,2497	5,8423
	1490/600		600	628	6,1	1,2486	6,3166
1740	1740/400	26	400	428	5,3	1,2182	6,0193
	1740/450		450	478	5,7	1,2406	6,0741
	1740/500		500	528	6,3	1,2408	6,6300
	1740/550		550	578	6,8	1,2410	7,1851
	1740/600		600	628	7,5	1,2412	7,7391

Presión máxima de trabajo: 1600 kPa (16 bar)

Ecuación característica según el siguiente modelo $\Phi = K_m \Delta T_n$.

Los valores de potencia térmica publicados son conformes a la normativa europea EN 442-1:2014 y certificados por el Politécnico de Milán, Lab. M.R.T. - Notified body n. 1695.

EJEMPLO EXTRAPOLACIÓN CÓDIGO:

Radiador Cool 860/400 color Blanco brillante.

Es: EA42E0 04

Radiador Cool 1160/500 color Ardesia brillante.

Es: EA52G0 2B

Para obtener el código del radiador seleccionado, es necesario unir el código a las dos cifras finales relativas al acabado y a la coloración deseada.

Modelo	COOL unión lateral	COOL unión central	Modelo	COOL unión lateral		COOL unión central	
	CÓDIGO BLANCO			CÓDIGO DE COLORES	ACABADO COLORACIÓN	CÓDIGO DE COLORES	ACABADO COLORACIÓN
860/400	EA42E0 04	EA62E0 04	860/400	EA52E0	XX*	EA62E0	XX*
860/450	EA42A0 04	EA62A0 04	860/450	EA52A0		EA62A0	
860/500	EA42B0 04	EA62B0 04	860/500	EA52B0		EA62B0	
860/550	EA42C0 04	EA62C0 04	860/550	EA52C0		EA62C0	
860/600	EA42D0 04	EA62D0 04	860/600	EA52D0		EA62D0	
1160/400	EA42L0 04	EA62L0 04	1160/400	EA52L0		EA62L0	
1160/450	EA42F0 04	EA62F0 04	1160/450	EA52F0		EA62F0	
1160/500	EA42G0 04	EA62G0 04	1160/500	EA52G0		EA62G0	
1160/550	EA42H0 04	EA62H0 04	1160/550	EA52H0		EA62H0	
1160/600	EA42I0 04	EA62I0 04	1160/600	EA52I0		EA62I0	
1490/400	EA42Q0 04	EA62Q0 04	1490/400	EA52Q0		EA62Q0	
1490/450	EA42M0 04	EA62M0 04	1490/450	EA52M0		EA62M0	
1490/500	EA42N0 04	EA62N0 04	1490/500	EA52N0		EA62N0	
1490/550	EA42O0 04	EA62O0 04	1490/550	EA52O0		EA62O0	
1490/600	EA42P0 04	EA62P0 04	1490/600	EA52P0		EA62P0	
1740/400	EA42V0 04	EA62V0 04	1740/400	EA52V0		EA62V0	
1740/450	EA42R0 04	EA62R0 04	1740/450	EA52R0		EA62R0	
1740/500	EA42S0 04	EA62S0 04	1740/500	EA52S0		EA62S0	
1740/550	EA42T0 04	EA62T0 04	1740/550	EA52T0		EA62T0	
1740/600	EA42U0 04	EA62U0 04	1740/600	EA52U0		EA62U0	

*Las dos últimas cifras cambian en base al acabado y a la coloración seleccionada.

COLORES

Las coloraciones están disponibles en los siguientes acabados:

- BRILLANTE
- OPACO
- TEXTURIZADO OPACO
- PERLADO

Debido a límites técnicos de impresión, los colores deben considerarse como indicativos y no vinculantes.

Artículo	Código	Descripción	
	A 77	550124	Kit instalación Cool 3 puntos Blanco con purgador y 1 tapón
	A 78	550125	Kit instalación Cool 3 puntos Cromo con purgador y 1 tapón
	A 79	550126	Kit instalación Cool 3 puntos Blanco unión central con purgador y 3 tapones
	A 89	550127	Kit instalación Cool 3 puntos Cromo unión central con purgador y 3 tapones
	570135	Ganchos Blancos x Cool - (2 piezas)	
	570135C	Gancho Cromado x Cool - (2 piezas) (de colores)	
	570133	Porta toallas COOL 450 - 500 - 550 - Blanco	
	570134	Porta toallas COOL 600 - Blanco	
	570133C	Porta toallas COOL 450 - 500 - 550 - Cromo (de colores)	
	570134C	Porta toallas COOL 600 - Cromo (de colores)	

Serie TONDERA Unión Central para COOL

Descripción	Color Blanco RAL 9010	Color Cromo
	Código	Código
Grupo válvula controlada termostáticamente y detentor 50 mm de ángulo, unión intercambiable para tubo de cobre y multicapa con cola anti-goteo. DERECHA	8496811	8496812
Grupo válvula termostático y detentor 50 mm de ángulo, unión intercambiable para tubo de cobre y multicapa, con cola anti-goteo. DERECHA	8496841	8496842



Descripción	Código
Vástago para TONDERA de DCHA. a IZQ.	8490471



Quantum Eco

Circuladores para instalaciones de calefacción y refrigeración. Los circuladores Quantum Eco cumplen con la Directiva ErP 2015, disponiendo todos ellos de un Índice de Eficiencia Energética IEE $\leq 0,23$. El índice de referencia para los circuladores más eficientes es IEE $\leq 0,20$. La gama de alta eficiencia Quantum Eco es una serie de circuladores de rotor húmedo

con la tecnología ECM (Electronic Commutated Motor) con regulación de presión diferencial integrada. Principales ventajas de la regulación electrónica:

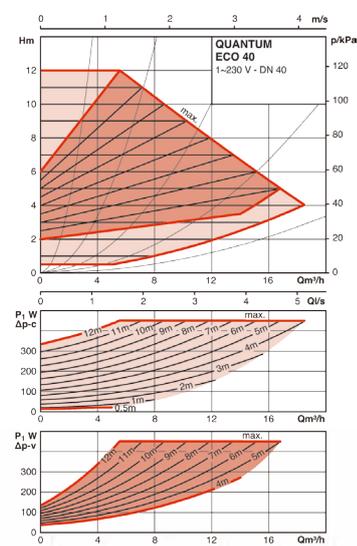
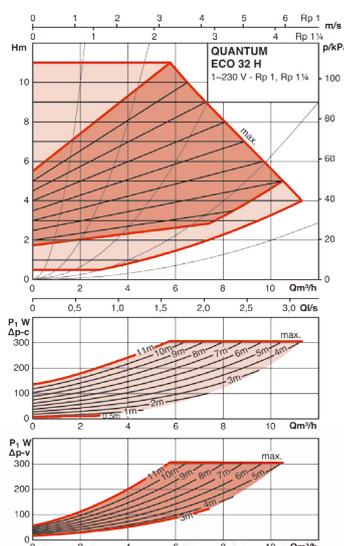
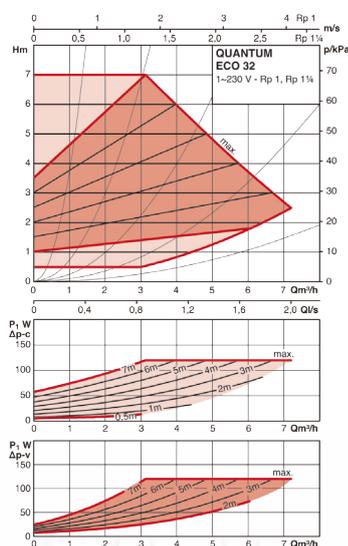
- Ahorro energético y reducción de los costes de explotación.
- Eliminación de los ruidos de flujo en instalaciones con llaves termostáticas, al adaptarse automáticamente su funcionamiento a las necesidades de la instalación.

- Índice de protección eléctrica: IP X4D.
- 2 modalidades de funcionamiento automático para una óptima adaptación a la instalación (Δp_c constante, y Δp_v variable).

Se suministran los accesorios hidráulicos de conexión:

- Juntas y racores para los modelos Quantum Eco 32 y 32H.
- Juntas, bridas, contra bridas y tornillería para los modelos Quantum Eco 40, 50, 50M y 50H.

		32	32H	40
Q max	m ³ /h	7	11	18
H max	m.c.d.a	7	11	12
Rango Tª trabajo	°C	-10 a 110	-10 a 110	-10 a 110
Presión máx. de trabajo	bar	10	10	10
Diámetro nominal (DN)		2"	2"	1½"
Conexión tubería		Racor 1¼"	Racor 1¼"	Brida DN 40
Tensión	V	230 ~	230 ~	230 ~
Velocidad	r.p.m.	1.000 - 3.700	1.000 - 4.800	950 - 4.500
Intensidad nominal	A	0,08 - 1,00	0,15 - 1,33	0,17 - 2,4
Potencia absorbida	W	5 - 120	10 - 305	15 - 450
Peso	kg	4,6	5,4	13,0
A	mm	183	248	318
B	mm	44	47	64
C	mm	180	180	250
D	mm	90	90	125
E	mm	203	233	261
F	mm	51	64	71
Referencia		7504411	7504412	7504413
PVP		696 €	1.066 €	1.305 €



INDOOR UNIT

No. OBH838A

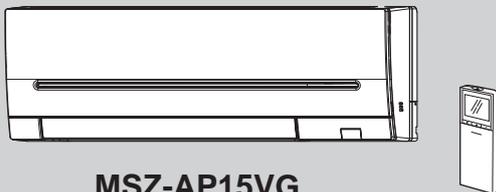
SERVICE MANUAL

Models

MSZ-AP15VG - **E1**, **ET1**, **ER1**

MSZ-AP20VG - **E1**, **ET1**, **ER1**

Outdoor unit service manual
MUZ-AP-VG Series (OBH839)
MXZ-D-VA Series (OBH626)
MXZ-E-VA Series (OBH723)
MXZ-F-VF Series (OBH790)



MSZ-AP15VG
MSZ-AP20VG

CONTENTS

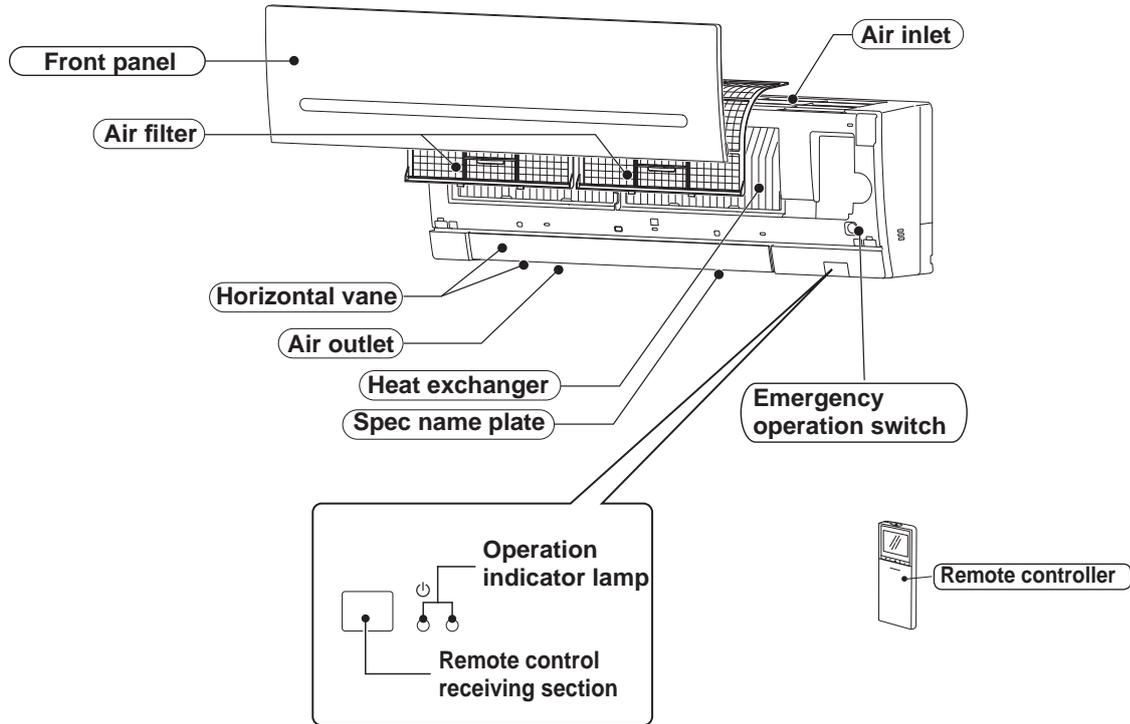
1. TECHNICAL CHANGES	3
2. PART NAMES AND FUNCTIONS.....	4
3. SPECIFICATION.....	5
4. NOISE CRITERIA CURVES.....	6
5. OUTLINES AND DIMENSIONS	7
6. WIRING DIAGRAM.....	8
7. REFRIGERANT SYSTEM DIAGRAM	9
8. SERVICE FUNCTIONS	10
9. MICROPROCESSOR CONTROL	11
10. TROUBLESHOOTING.....	18
11. DISASSEMBLY INSTRUCTIONS.....	30

PARTS CATALOG (OBB838A)

2

PART NAMES AND FUNCTIONS

MSZ-AP15VG MSZ-AP20VG



ACCESSORIES

①	Installation plate	1
②	Installation plate fixing screw 4 × 25 mm	5
③	Wireless remote controller	1
④	Felt tape (Used for left or left-rear piping)	1
⑤	Battery (AAA) for remote controller	2

3

SPECIFICATION

Indoor model				MSZ-AP15VG	MSZ-AP20VG	
Power supply				Single phase 230 V, 50 Hz		
Electrical data	Power input *1	Cooling	W	17	19	
		Heating		17	19	
	Running current *1	Cooling	A	0.17	0.19	
		Heating		0.17	0.19	
Fan motor	Model		RC0J30-CW			
	Current *1	Cooling	A	0.17	0.19	
Heating		0.17		0.19		
Dimensions W × H × D			mm 760 × 250 × 178			
Weight			kg 8.2			
Special remarks	Air direction			5		
	Airflow	Cooling	Super High	m³/h	384	414
			High		330	330
			Med.		276	276
			Low		234	234
			Silent		210	
		Heating	Super High	m³/h	408	438
			High		360	
			Med.		300	
			Low		264	
			Silent		222	
	Sound level	Cooling	Super High	dB(A)	40	42
			High		35	
			Med.		30	
			Low		26	
			Silent		21	
		Heating	Super High	dB(A)	40	42
			High		35	
			Med.		30	
			Low		26	
Silent			21			
Fan speed	Cooling	Super High	rpm	1,430	1,530	
		High		1,250	1,250	
		Med.		1,080	1,080	
		Low		940	940	
		Silent		860		
	Heating	Super High	rpm	1,430	1,530	
		High		1,290		
		Med.		1,110		
		Low		990		
		Silent		870		
Fan speed regulator			5			
Remote controller model			SG19C			

NOTE: Test conditions are based on ISO 5151.

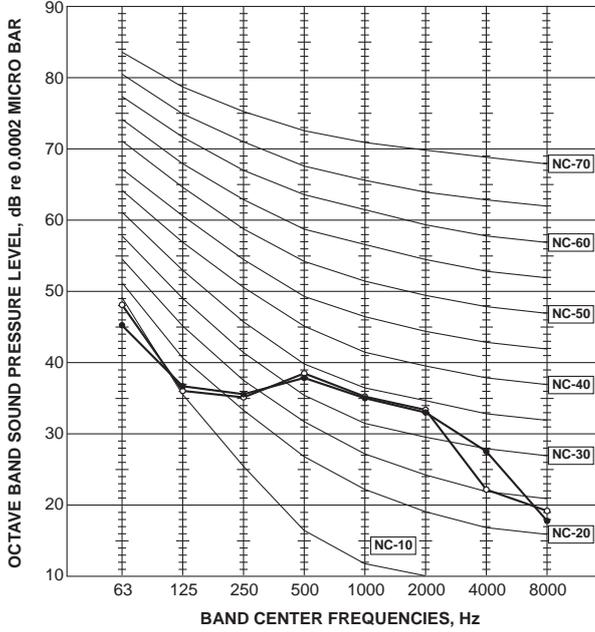
Cooling: Indoor Dry-bulb temperature 27°C Wet-bulb temperature 19°C
 Outdoor Dry-bulb temperature 35°C
 Heating: Indoor Dry-bulb temperature 20°C Wet-bulb temperature 6°C
 Outdoor Dry-bulb temperature 7°C
 *1 Measured under rated operating frequency.

Specifications and rating conditions of main electric parts

Fuse	(F11)	T3.15AL250V
Horizontal vane motor	(MV)	12 V DC
Varistor	(NR11)	470 V
Terminal block	(TB)	3P

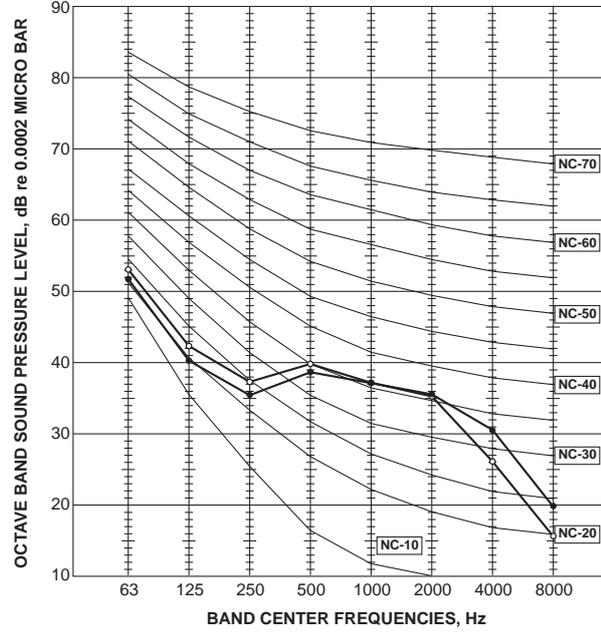
MSZ-AP15VG

FAN SPEED	FUNCTION	SPL(dB(A))	LINE
Super High	COOLING	40	●—●
	HEATING	40	○—○



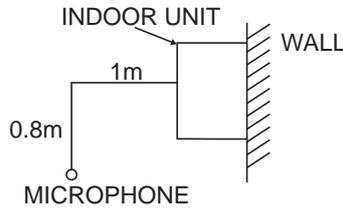
MSZ-AP20VG

FAN SPEED	FUNCTION	SPL(dB(A))	LINE
Super High	COOLING	42	●—●
	HEATING	42	○—○



Test conditions

- Cooling: Dry-bulb temperature 27°C
- Wet-bulb temperature 19°C
- Heating: Dry-bulb temperature 20°C

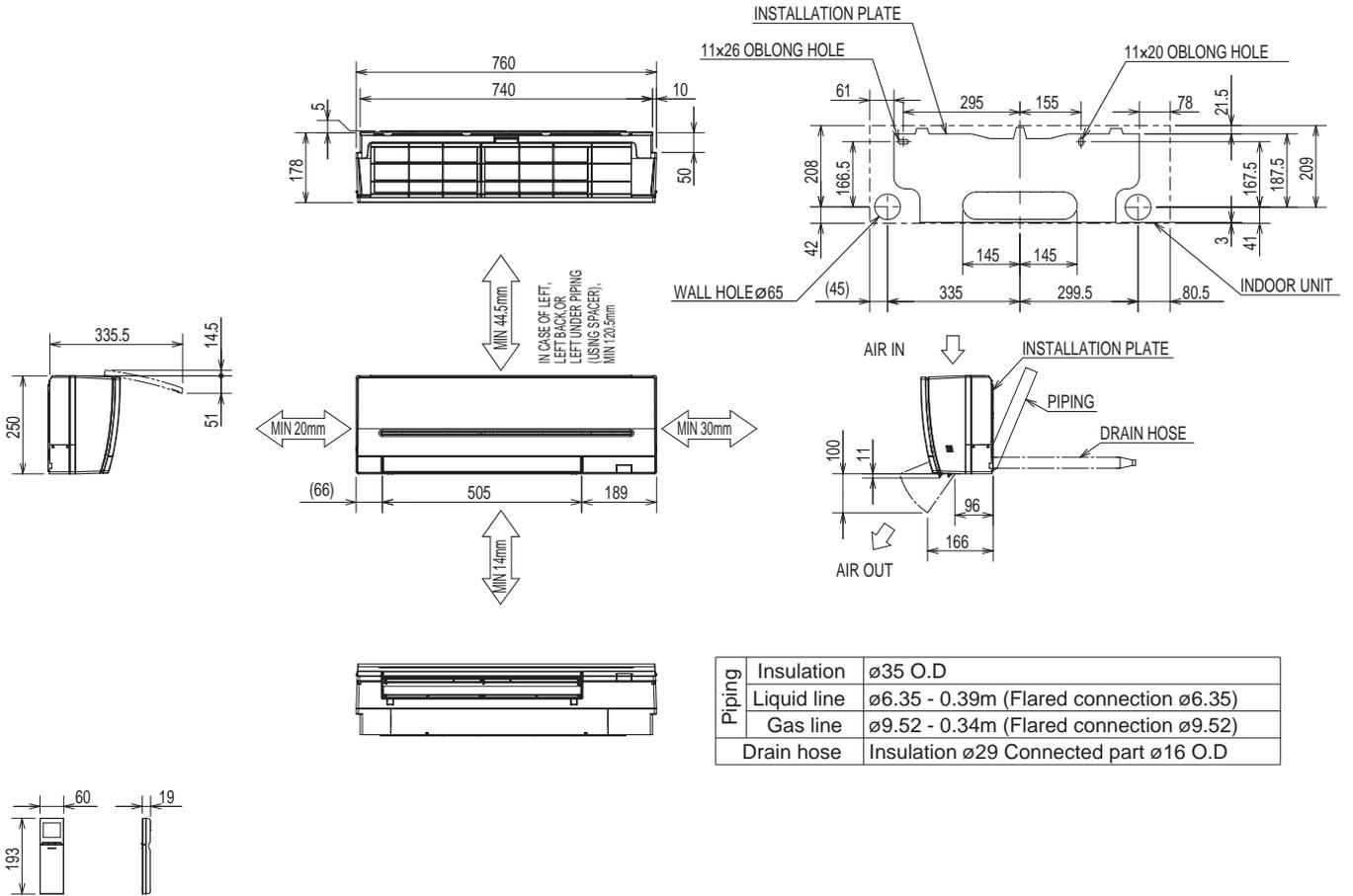


5

OUTLINES AND DIMENSIONS

MSZ-AP15VG MSZ-AP20VG

Unit: mm

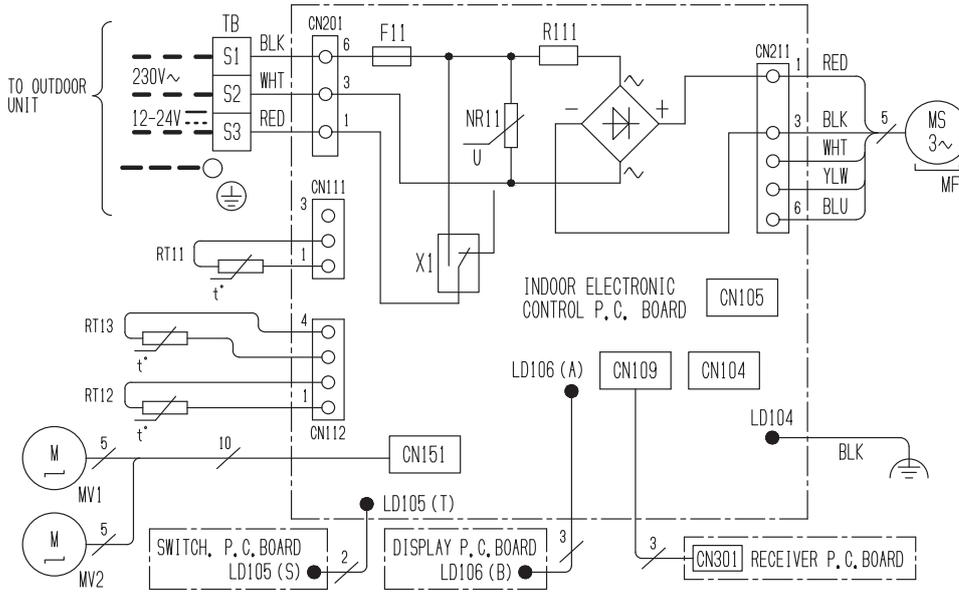


Piping	Insulation	ø35 O.D
	Liquid line	ø6.35 - 0.39m (Flared connection ø6.35)
	Gas line	ø9.52 - 0.34m (Flared connection ø9.52)
	Drain hose	Insulation ø29 Connected part ø16 O.D

6

WIRING DIAGRAM

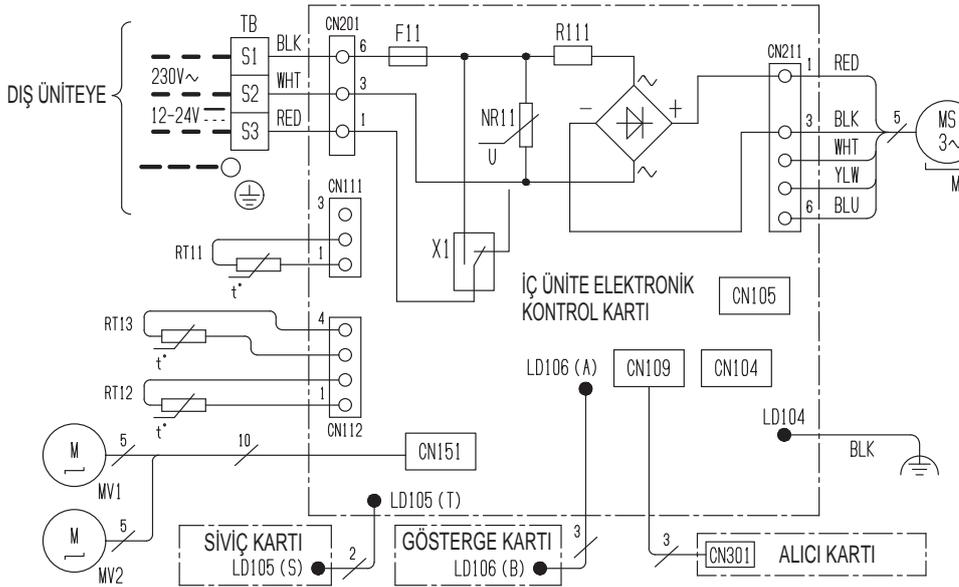
MSZ-AP15VG - E1, ER1 MSZ-AP20VG - E1, ER1



SYMBOL	NAME	SYMBOL	NAME
F11	FUSE (T3, 15AL250V)	RT11	ROOM TEMP. THERMISTOR
MF	FAN MOTOR	RT12	COIL TEMP. THERMISTOR (MAIN)
MV1	VANE MOTOR (HORIZONTAL UPPER)	RT13	COIL TEMP. THERMISTOR (SUB)
MV2	VANE MOTOR (HORIZONTAL LOWER)	TB	TERMINAL BLOCK
NR11	VARISTOR	R111	RESISTOR
X1	RELAY		

1. About the outdoor side electronic wiring refer to the outdoor unit electronic wiring diagram for servicing.
2. Use copper supply wires.
3. Symbols indicate,
 - □ □ □ : Terminal block
 - ○ ○ ○ : Connector

MSZ-AP15VG - ET1 MSZ-AP20VG - ET1



SEMBOL	PARÇA ADI	SEMBOL	PARÇA ADI
F11	SİĞORTA (T3.15AL250V)	RT11	ODA SICAKLIK TERMİSTÖRÜ
MF	FAN MOTORU	RT12	BORU SICAKLIK TERMİSTÖRÜ(ANA)
MV1	KANAT MOTORU (YATAY ÜST)	RT13	BORU SICAKLIK TERMİSTÖRÜ(YARDIMCI)
MV2	KANAT MOTORU (YATAY ALT)	TB	TERMINAL BLOĞU
NR11	VARİSTÖR	R111	RESİSTÖR
X1	RÖLE		

- NOTLAR: 1. Dış ünite elektronik kablomasi için dış ünite elektronik kablo devre şemasını referans alınız.
 2. Sadece bakır besleme kablosu kullanın
 3. Semboller gösterir
- □ □ □ : Terminal bloğu
 ○ ○ ○ ○ : Konektör

OUTDOOR UNIT

SERVICE MANUAL



No. OBH790

Models

MXZ-2F33VF - E1, ET1

MXZ-2F42VF - E1, ET1

MXZ-2F53VF - E1, ET1

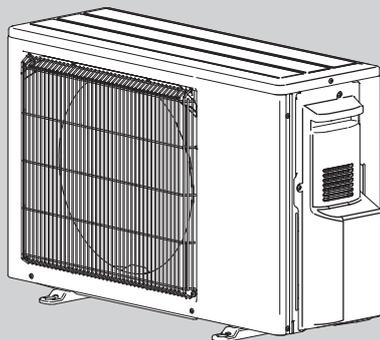
MXZ-2F53VFH - E1

MXZ-3F54VF - E1, ET1

MXZ-3F68VF - E1, ET1

MXZ-4F72VF - E1, ET1

Indoor unit service manual
 MSZ-LN•VG Series (OBH766)
 MSZ-EF•VG Series (OBH589)
 MSZ-AP•VF Series (OBH799)
 MSZ-AP•VG Series (OBH788)
 MLZ-KP•VF Series (OBH801)
 SLZ-M•FA Series
 SEZ-M•DA Series
 PCA-M•KA Series (OCH659)
 PEAD-M•JA(L) Series (HWE16130)



MXZ-2F33VF
 MXZ-2F42VF
 MXZ-2F53VF MXZ-2F53VFH

CONTENTS

1. TECHNICAL CHANGES	3
2. SAFETY PRECAUTION	3
3. PART NAMES AND FUNCTIONS.....	13
4. SPECIFICATION.....	14
5. NOISE CRITERIA CURVES	20
6. OUTLINES AND DIMENSIONS	22
7. WIRING DIAGRAM.....	25
8. REFRIGERANT SYSTEM DIAGRAM	29
9. PERFORMANCE CURVES	35
10. ACTUATOR CONTROL.....	56
11. SERVICE FUNCTIONS.....	57
12. TROUBLESHOOTING.....	61
13. DISASSEMBLY INSTRUCTIONS.....	86

PARTS CATALOG (OBB790)

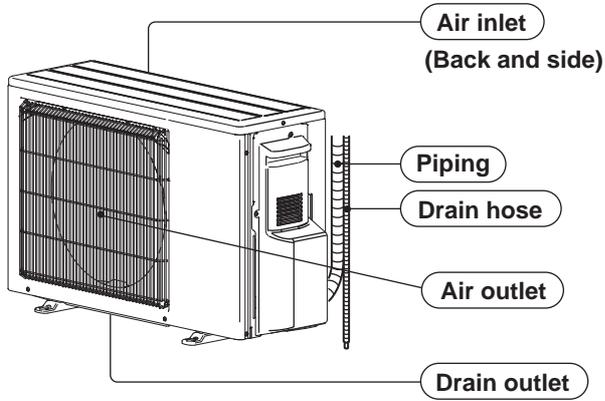
NOTE:

RoHS compliant products have <G> mark on the spec name plate.

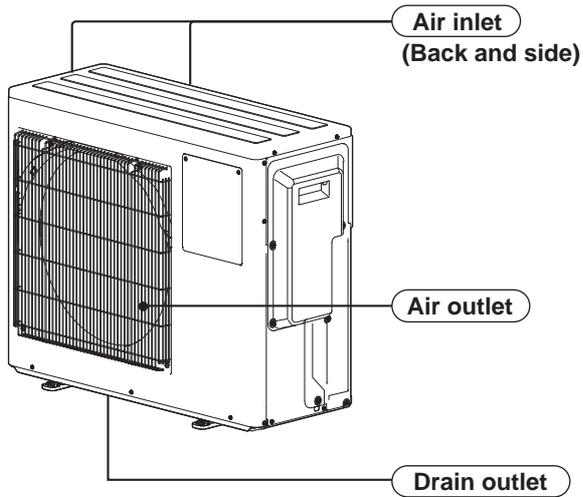
3

PART NAMES AND FUNCTIONS

MXZ-2F33VF
 MXZ-2F42VF
 MXZ-2F53VF
 MXZ-2F53VFH

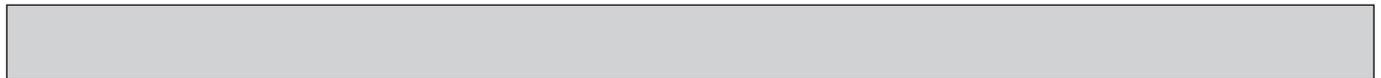


MXZ-3F54VF
 MXZ-3F68VF
 MXZ-4F72VF



ACCESSORIES

Model	MXZ-2F33VF MXZ-2F42VF MXZ-2F53VF	MXZ-3F54VF MXZ-3F68VF MXZ-4F72VF
① Drain socket	1	1
② Drain cap	-	2



Outdoor model			MXZ-3F54VF	
Outdoor unit power supply			Single phase 220 - 230 - 240 V, 50 Hz	
System	Indoor units number		2 to 3	
	Piping total length	m	Max. 50	
	Connecting pipe length	m	Max. 25	
	Height difference (Indoor ~ Outdoor)	m	Refer to 8 REFRIGERANT SYSTEM DIAGRAM.	
	Height difference (Indoor ~ Indoor)	m	Refer to 8 REFRIGERANT SYSTEM DIAGRAM.	
Function			Cooling	Heating
Capacity Rated frequency (Min.-Max.) *2		kW	5.4 (2.9 - 6.8)	7.0 (2.6 - 9.0)
Breaker capacity		A	25	
Electrical data	Power input (Total) *1, *2	W	1,320	1,400
	Running current (Total) *1, *2	A	6.0 - 5.7 - 5.5	6.4 - 6.1 - 5.9
	Power factor (Total) *1, *2	%	99	
	Starting current (Total) *1, *2	A	6.7	
Coefficient of performance (C.O.P) (Total) *1, *2			4.09	5.00
Compressor	Model		SVB130FBBM1T	
	Output	W	1,400	
	Current *1, *2	A	5.06	
	Refrigeration oil (Model)	L	0.6 (FW68S)	
Fan motor	Model		SIC-82FX-F764-1	
	Current *1, *2	A	0.5	
Dimensions W x H x D		mm	840 x 710 x 330	
Weight		kg	57	
Special remarks	Air flow (Rated)	m ³ /h	1,860	1,632
	Sound level (Rated)	dB(A)	46	50
	Fan speed (Rated)	rpm	600	560
	Pre-charged refrigerant quantity (R32)	kg	1.4	
	Max refrigerant quantity (R32)	kg	2.4	

*1 Measured under rated operating frequency.

*2 When connected with indoor units below.

MSZ-LN18VG + MSZ-LN18VG + MSZ-LN18VG

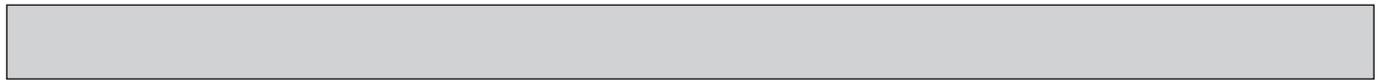
NOTE: Test conditions are based on ISO 5151. (Refrigerant piping length (one way): 5 m)

COOLING INDOOR Dry-bulb temperature 27.0 °C Wet-bulb temperature 19.0 °C

OUTDOOR Dry-bulb temperature 35.0 °C Wet-bulb temperature 24.0 °C

HEATING INDOOR Dry-bulb temperature 20.0 °C

OUTDOOR Dry-bulb temperature 7.0 °C Wet-bulb temperature 6.0 °C



Outdoor model			MXZ-4F72VF	
Outdoor unit power supply			Single phase 220 - 230 - 240 V, 50 Hz	
System	Indoor units number		2 to 4	
	Piping total length	m	Max. 60	
	Connecting pipe length	m	Max. 25	
	Height difference (Indoor ~ Outdoor)	m	Refer to 8 REFRIGERANT SYSTEM DIAGRAM.	
	Height difference (Indoor ~ Indoor)	m	Refer to 8 REFRIGERANT SYSTEM DIAGRAM.	
Function			Cooling	Heating
Capacity Rated frequency (Min.-Max.) *2		kW	7.2 (3.7 - 8.8)	8.6 (3.4 - 10.7)
Breaker capacity		A	25	
Electrical data	Power input (Total) *1, *2	W	1,850	1,870
	Running current (Total) *1, *2	A	8.5 - 8.1 - 7.8	8.6 - 8.2 - 7.9
	Power factor (Total) *1, *2	%	99	
	Starting current (Total) *1, *2	A	10.1	
Coefficient of performance (C.O.P) (Total) *1, *2			3.89	4.60
Compressor	Model		SVB172FCKM1T	
	Output	W	2,000	
	Current *1, *2	A	6.98	
	Refrigeration oil (Model)	L	0.6 (FW68S)	
Fan motor	Model		SIC-82FX-F764-1	
	Current *1, *2	A	0.5	
Dimensions W x H x D		mm	840 x 710 x 330	
Weight		kg	58	
Special remarks	Air flow (Rated)	m ³ /h	2,124	2,562
	Sound level (Rated)	dB(A)	48	54
	Fan speed (Rated)	rpm	650	740
	Pre-charged refrigerant quantity (R32)	kg	1.4	
	Max refrigerant quantity (R32)	kg	2.4	

*1 Measured under rated operating frequency.

*2 When connected with indoor units below.

MSZ-LN18VG + MSZ-LN18VG + MSZ-LN18VG + MSZ-LN18VG

NOTE: Test conditions are based on ISO 5151. (Refrigerant piping length (one way): 5 m)

COOLING INDOOR Dry-bulb temperature 27.0 °C Wet-bulb temperature 19.0 °C

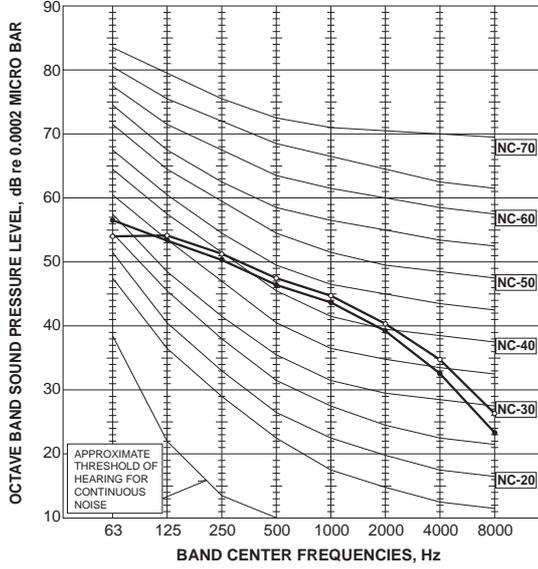
OUTDOOR Dry-bulb temperature 35.0 °C Wet-bulb temperature 24.0 °C

HEATING INDOOR Dry-bulb temperature 20.0 °C

OUTDOOR Dry-bulb temperature 7.0 °C Wet-bulb temperature 6.0 °C

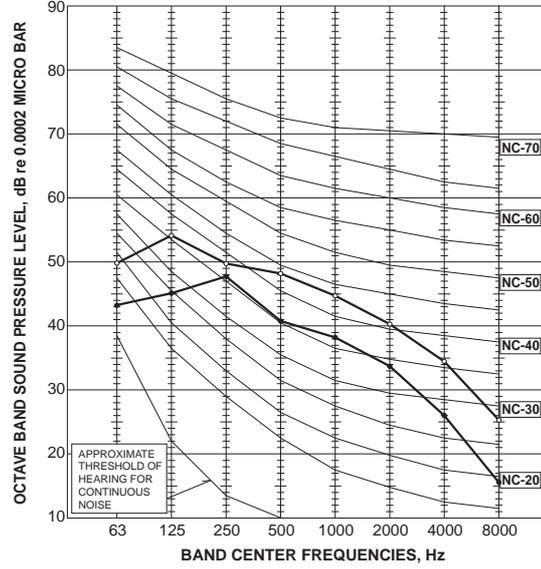
MXZ-2F33VF

FAN SPEED	FUNCTION	SPL(dB(A))	LINE
High	Cooling	49	●—●
High	Heating	50	○—○



MXZ-2F42VF

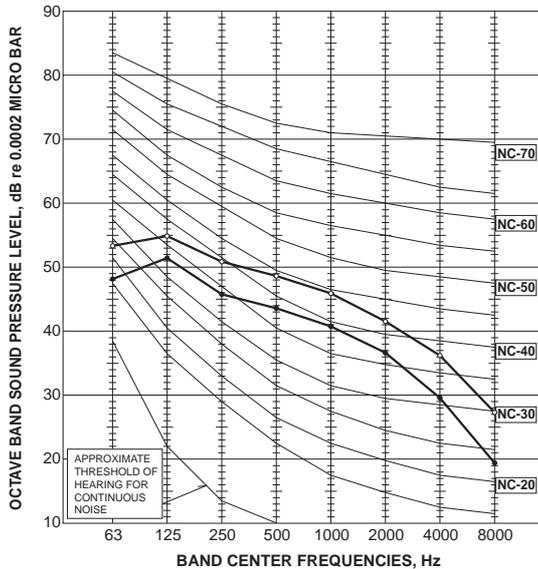
FAN SPEED	FUNCTION	SPL(dB(A))	LINE
High	Cooling	44	●—●
High	Heating	50	○—○



MXZ-2F53VF

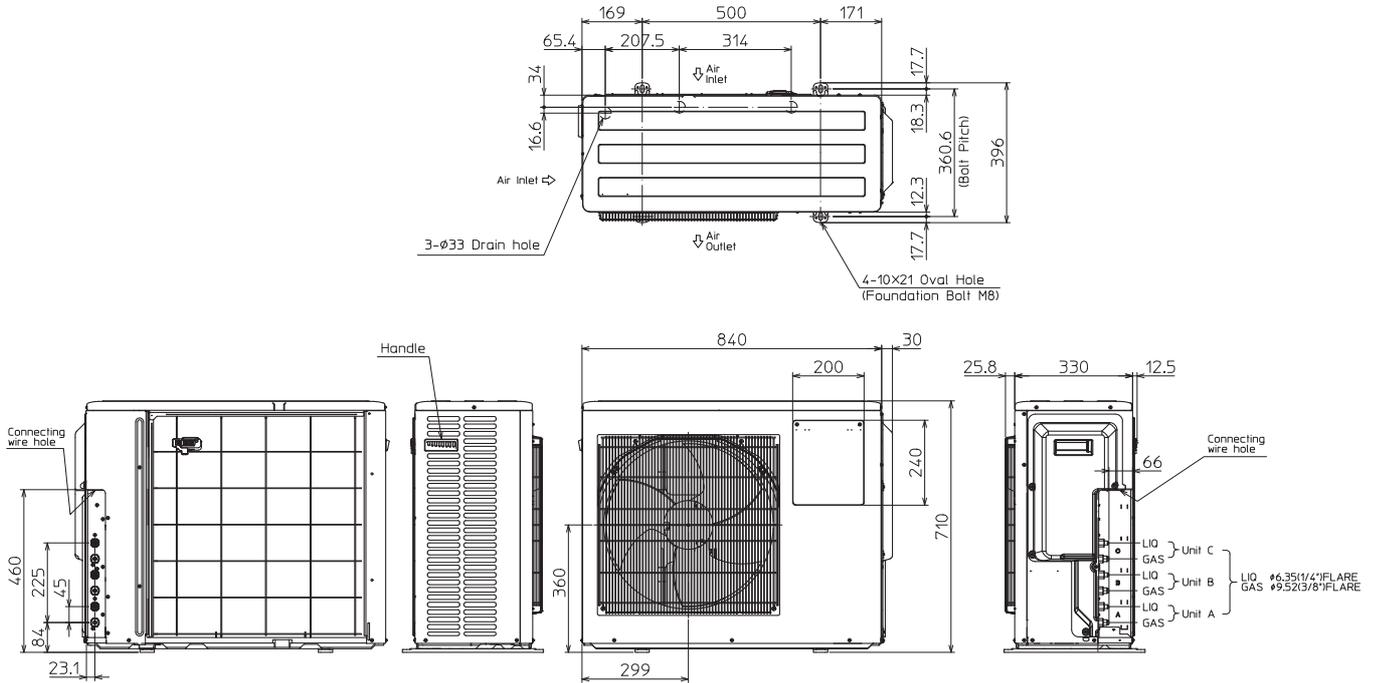
MXZ-2F53V FH

FAN SPEED	FUNCTION	SPL(dB(A))	LINE
High	Cooling	46	●—●
High	Heating	51	○—○



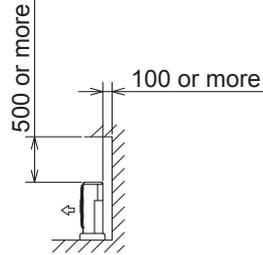
MXZ-3F54VF MXZ-3F68VF

Unit: mm

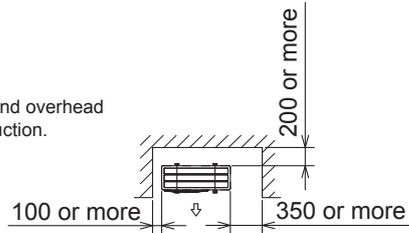


1. Installation space

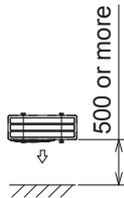
Note : Leave front and both sides free of obstruction.



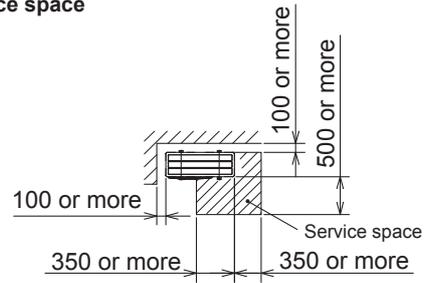
Note : Leave front and overhead free of obstruction.



Note : Leave rear, overhead and both sides free of obstruction.

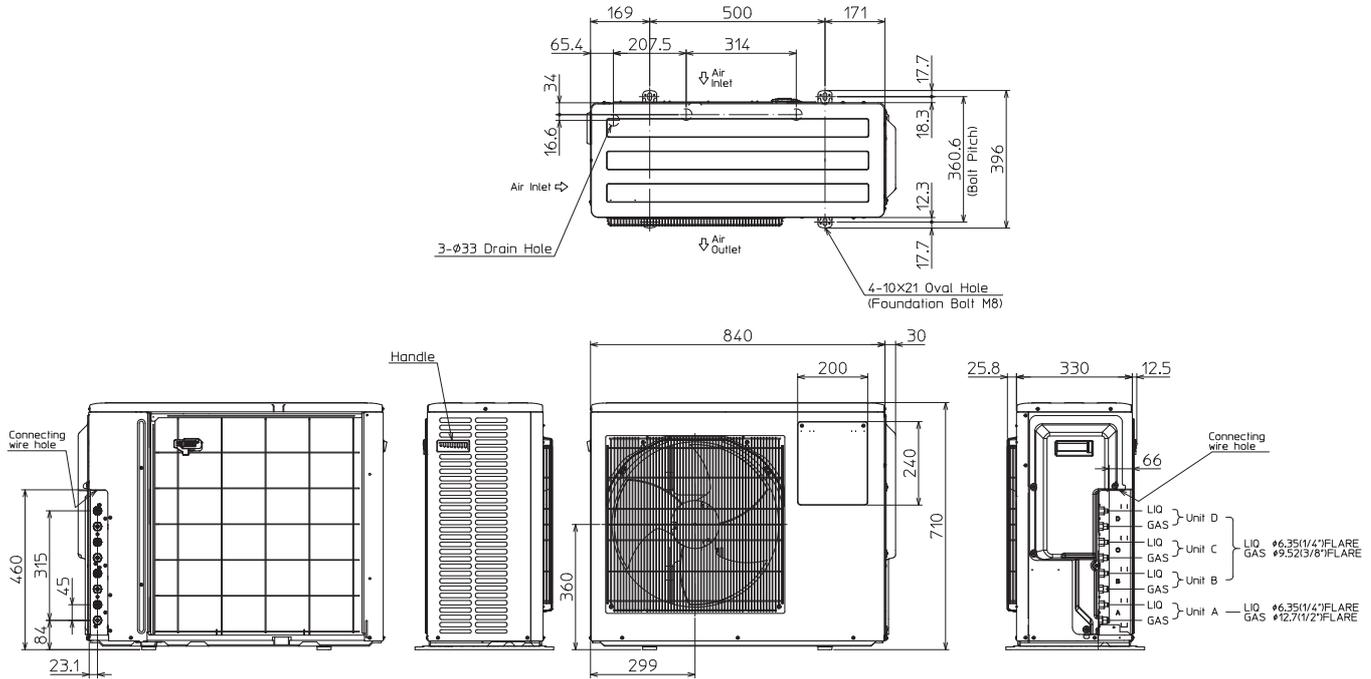


2. Service space



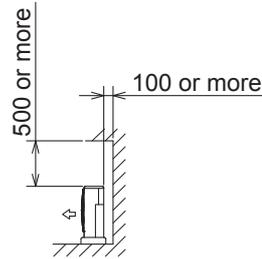
MXZ-4F72VF

Unit: mm

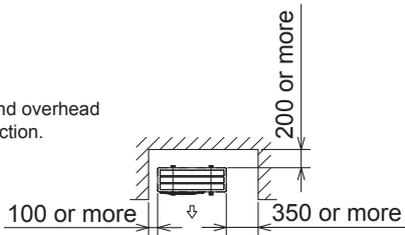


1. Installation space

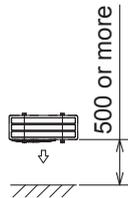
Note : Leave front and both sides free of obstruction.



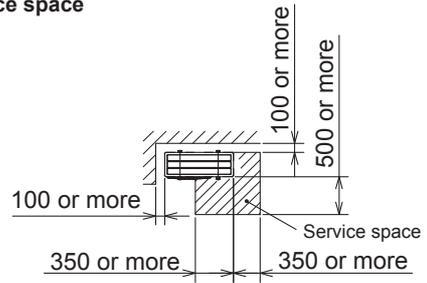
Note : Leave front and overhead free of obstruction.



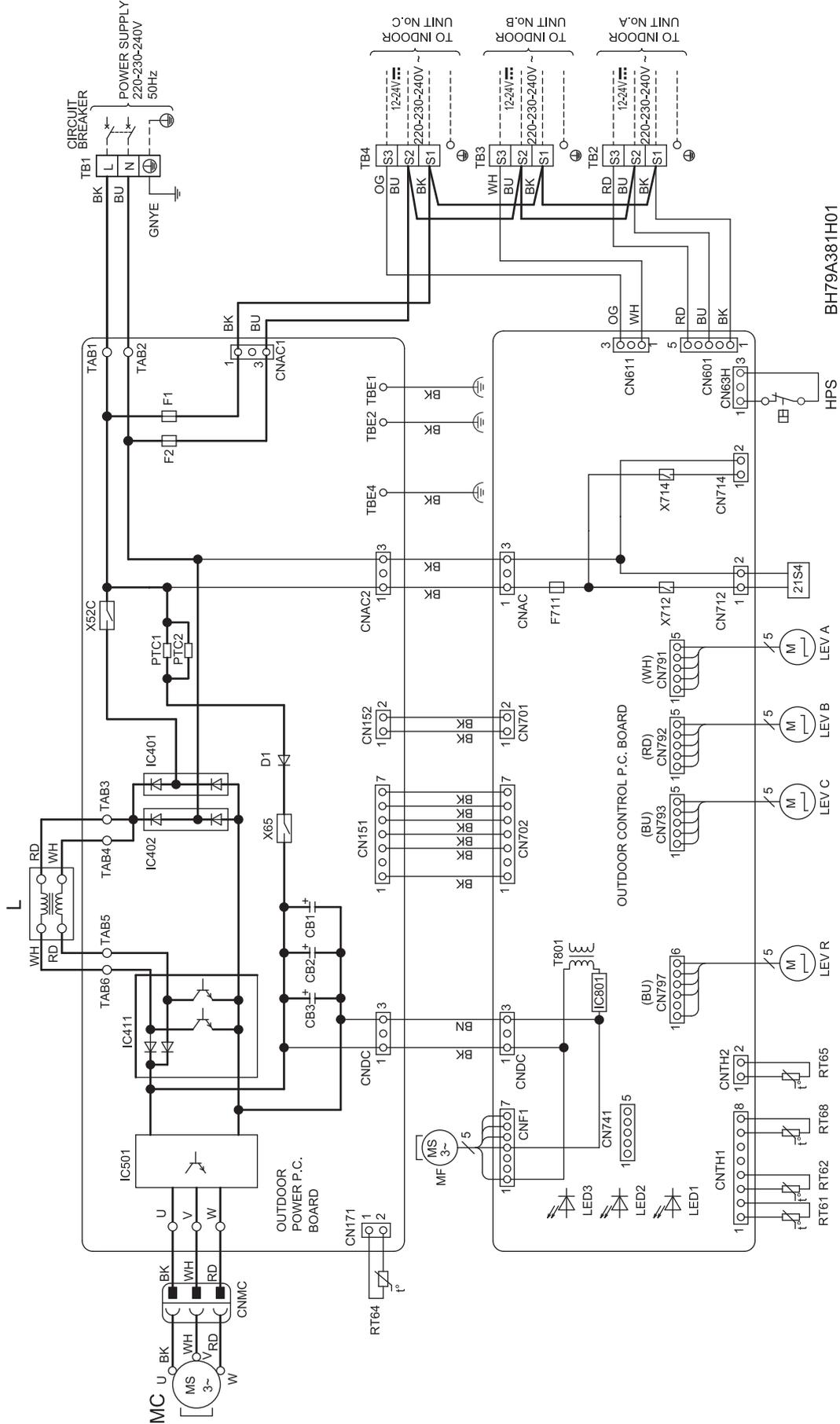
Note : Leave rear, overhead and both sides free of obstruction.



2. Service space



MXZ-3F54VF - E1, ET1
MXZ-3F68VF - E1, ET1



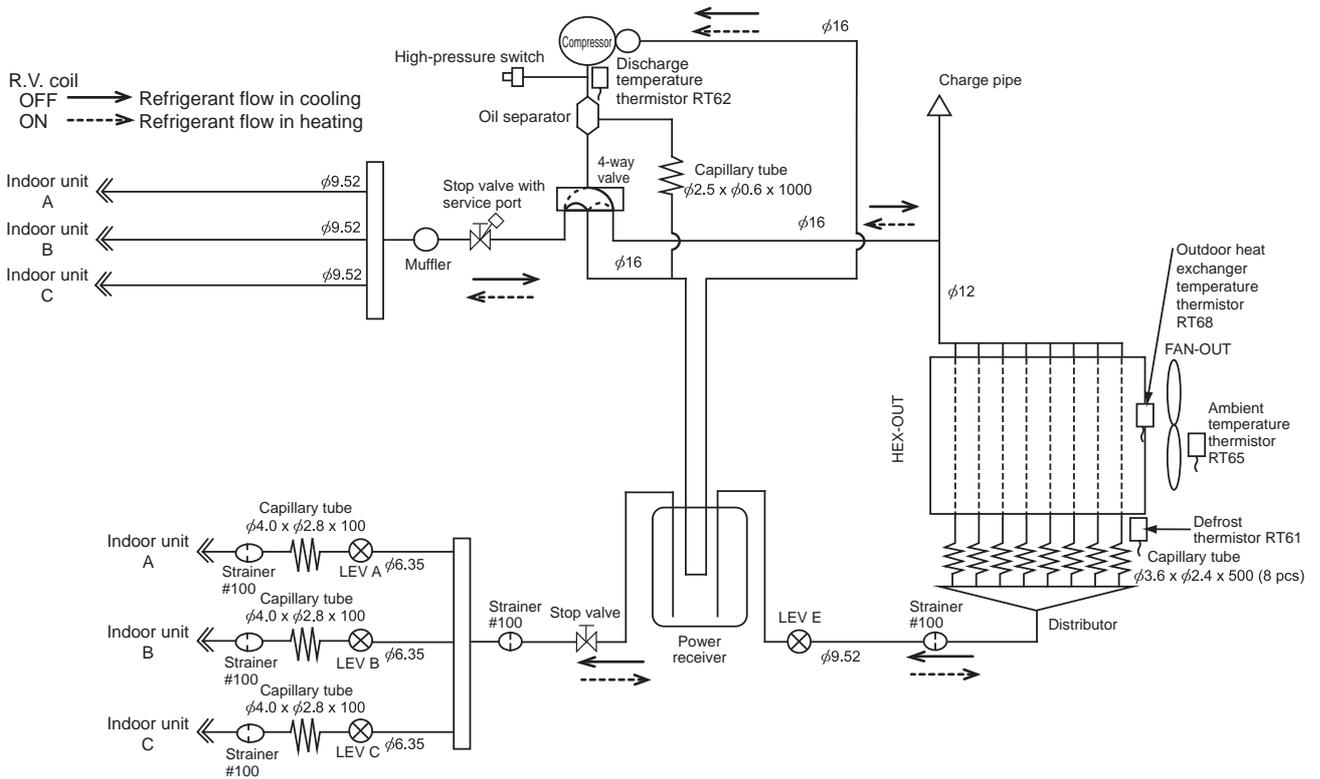
BH79A381H01

- NOTES:**
1. About the indoor side electric wiring refer to the indoor unit electric wiring diagram for servicing.
 2. Use copper conductors only (For field wiring).
 3. Symbols below indicate.
 : Terminal block
 : Connector

SYMBOL	NAME	SYMBOL	NAME	SYMBOL	NAME	SYMBOL	NAME
CB1-3	SMOOTHING CAPACITOR	IC401,402	DIODE BRIDGE	LEV A-CR	EXPANSION VALVE COIL	RT64	FIN TEMP. THERMISTOR
D1	DIODE	IC411	POWER FACTOR CONTROLLER	MC	COMPRESSOR	RT65	AMBIENT TEMP. THERMISTOR
F1	FUSE(T6.3AL250V)	IC501	POWER MODULE	MF	FAN MOTOR	RT68	OUTDOOR HEAT EXCHANGER
F2	FUSE(T6.3AL250V)	IC801	POWER DEVICE	PTC1,2	CIRCUIT PROTECTION	X712	TEMPERATURE THERMISTOR
F711	FUSE(T3.15AL250V)	L	REACTOR	RT61	DEFROST THERMISTOR	T801	TRANSFORMER
HPS	HIGH PRESSURE SWITCH	LED1-3	LED	RT62	DISCHARGE TEMP. THERMISTOR	TB1-4	TERMINAL BLOCK
						X52C	RELAY
						X65	RELAY
						X714	RELAY
						X716	RELAY
						21S4	REVERSING VALVE SOLENOID COIL

MXZ-3F54VF

UNIT: mm



MAX REFRIGERANT PIPING LENGTH

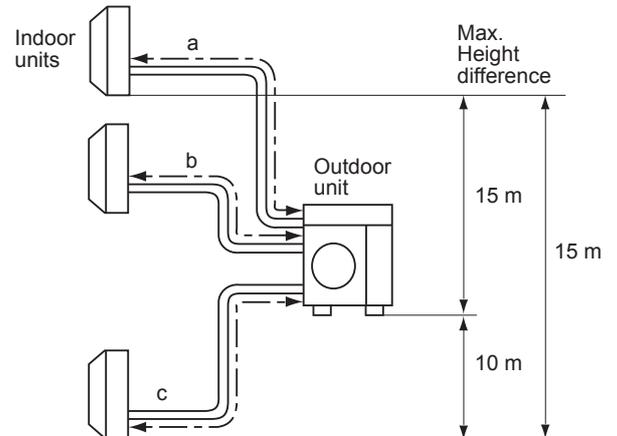
Piping length each indoor unit (a, b, c)	25 m
Total piping length (a+b+c)	50 m
Bending point for each unit	25
Total bending point	50

*It is irrelevant which unit is higher.

ADDITIONAL REFRIGERANT CHARGE

*Refer to "Method of charging refrigerant".

Outdoor unit precharged (g)	Refrigerant piping length (one way, 3 unit total)
1,400	0



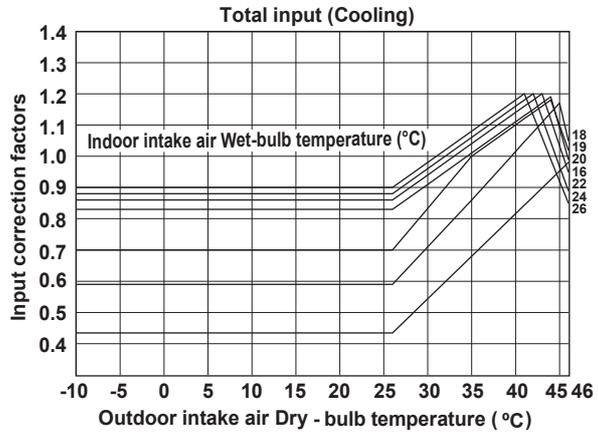
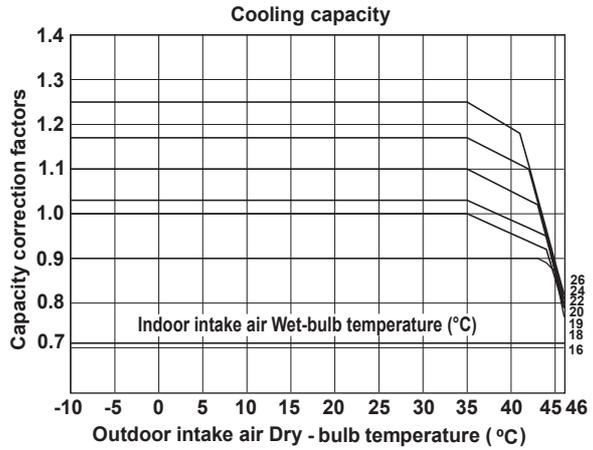
- Refrigerant pipe diameter is different according to indoor unit to be connected. When using extension pipes, refer to the right table.
- When diameter of refrigerant pipe is different from that of outdoor unit union, use optional Different-diameter pipe. For further information on Different-diameter pipe, refer to "PARTS CATALOG".

UNIT: mm (inch)

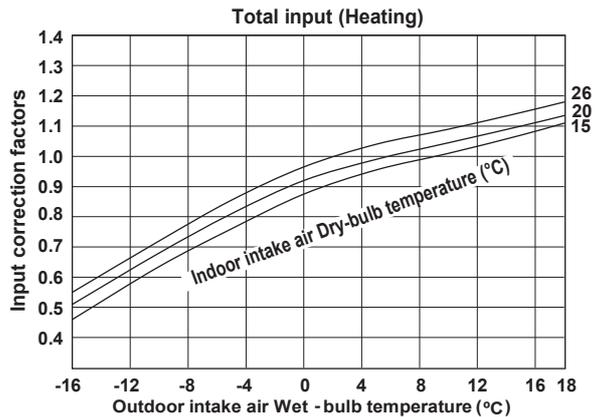
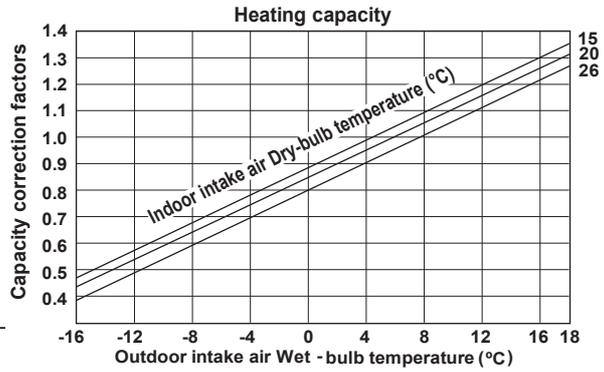
Outdoor unit union diameter		
For		
Indoor unit A	Liquid	6.35(1/4)
	Gas	9.52(3/8)
Indoor unit B	Liquid	6.35(1/4)
	Gas	9.52(3/8)
Indoor unit C	Liquid	6.35(1/4)
	Gas	9.52(3/8)

MXZ-3F54VF MXZ-3F68VF MXZ-4F72VF

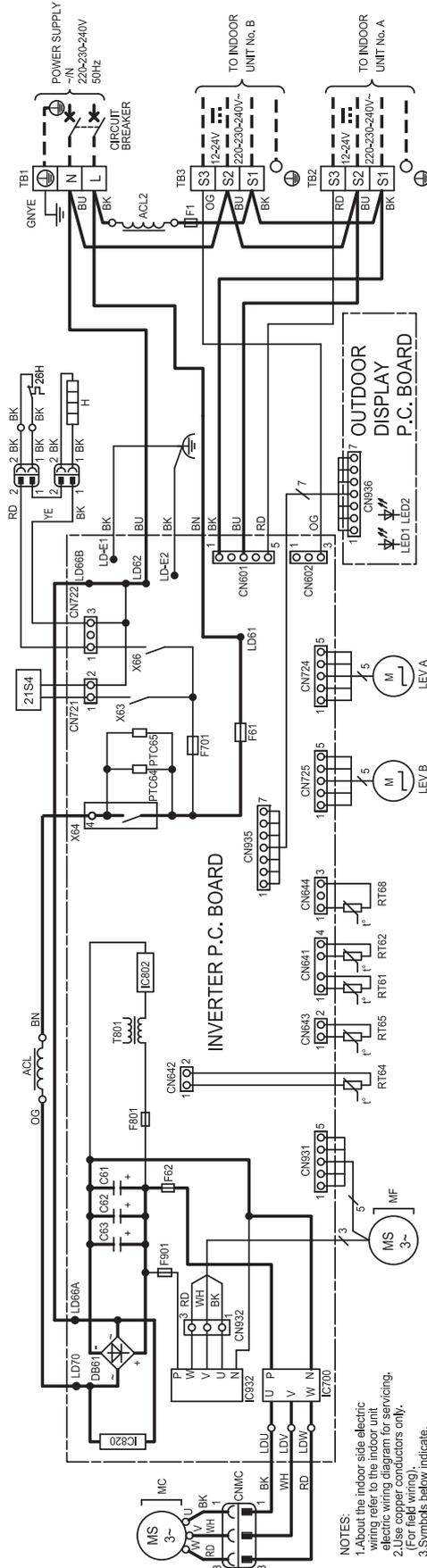
5.8	4.1	7.4	5.2	5.9	8.7	11.1	12.8	8.7
5.4	3.8	6.8	4.8	5.5	8.0	10.2	11.6	8.0
4.9	3.5	6.2	4.4	5.0	7.3	9.3	10.5	7.3
4.5	3.2	5.7	4.0	4.6	6.6	8.3	9.5	6.6
4.0	2.9	5.1	3.6	4.1	5.9	7.5	8.5	5.9
3.6	2.6	4.5	3.2	3.7	5.3	6.6	7.5	5.3
3.2	2.3	4.0	2.8	3.2	4.6	5.8	6.6	4.6
2.8	2.0	3.5	2.4	2.8	4.0	5.0	5.6	4.0
15 class	18 class	20 class	22 class	25 class	35 class	42 class	50 class	60 class



17.6	19.5	21.2	19.5	21.3	22.2	29.9	38.4	30.9
16.3	18.1	19.7	18.1	19.8	20.6	27.8	35.7	28.7
15.1	16.7	18.2	16.7	18.3	19.0	25.7	32.9	26.5
13.8	15.3	16.7	15.3	16.7	17.4	23.5	30.2	24.3
12.6	13.9	15.2	13.9	15.2	15.8	21.4	27.4	22.1
11.3	12.6	13.6	12.6	13.7	14.3	19.2	24.7	19.9
10.1	11.2	12.1	11.2	12.2	12.7	17.1	21.9	17.7
8.8	9.8	10.6	9.8	10.7	11.1	15.0	19.2	15.5
7.5	8.4	9.1	8.4	9.1	9.5	12.8	16.5	13.2
6.3	7.0	7.6	7.0	7.6	7.9	10.7	13.7	11.0
5.0	5.6	6.1	5.6	6.1	6.3	8.6	11.0	8.8
15 class	18 class	20 class	22 class	25 class	35 class	42 class	50 class	60 class



MXZ-2F53VFH - [E1]

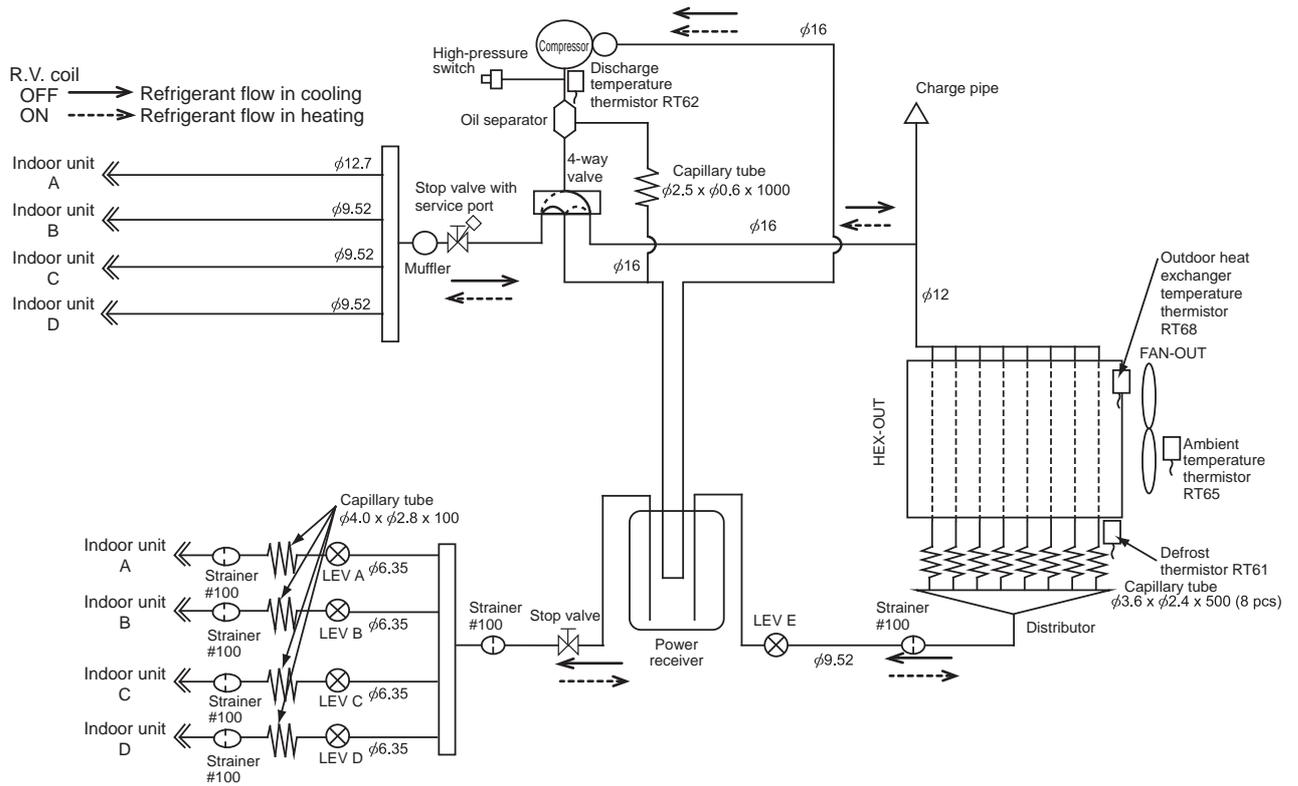


NOTES:
 1.About the indoor side electric wiring refer to the indoor unit electric wiring diagram for servicing.
 2.Use copper conductors only.
 3.Symbols below indicate.
 □ : Terminal block
 ○ / □ : Connector

SYMBOL	NAME	SYMBOL	NAME	SYMBOL	NAME
ACL, ACL2	REACTOR	IC802	POWER DEVICE	RT65	AMBIENT TEMP. THERMISTOR
C61-63	SMOOTHING CAPACITOR	LED1, 2	LED	RT68	OUTDOOR HEAT EXCHANGER TEMP. THERMISTOR
DB61	DIODE MODULE	LEV A, B	EXPANSION VALVE COIL	TB1-3	TERMINAL BLOCK
F701, 801, 901	FUSE (T3:15AL250V)	MC	COMPRESSOR	T801	SWITCHING TRANS RELAY
F61	FUSE (T3:15AL250V)	MF	FAN MOTOR	X63, 64, 66	REVERSING VALVE COIL
F62	FUSE (25A 250V)	PTC64, 65	CIRCUIT PROTECTOR	21S4	HEATER PROTECTOR
F62	FUSE (15A 250V)	RT61	DEFROST THERMISTOR	28H	HEATER PROTECTOR
H	DEFROST HEATER	RT62	DISCHARGE TEMP. THERMISTOR		
IC700, 820, 932	POWER MODULE	RT64	FIN TEMP. THERMISTOR		

MXZ-4F72VF

UNIT: mm



MAX REFRIGERANT PIPING LENGTH

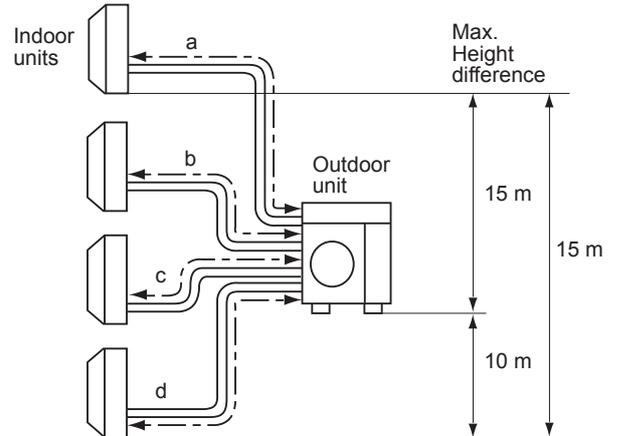
Piping length each indoor unit (a, b, c, d)	25 m
Total piping length (a+b+c+d)	60 m
Bending point for each unit	25
Total bending point	60

*It is irrelevant which unit is higher.

ADDITIONAL REFRIGERANT CHARGE

*Refer to "Method of charging refrigerant".

Outdoor unit precharged (g)	Refrigerant piping length (one way, 4 unit total)
	60 m
1,400	0



UNIT: mm (inch)

- Refrigerant pipe diameter is different according to indoor unit to be connected. When using extension pipes, refer to the right table.
- When diameter of refrigerant pipe is different from that of outdoor unit union, use optional Different-diameter pipe. For further information on Different-diameter pipe, refer to "PARTS CATALOG".

Outdoor unit union diameter		
For		
Indoor unit A	Liquid	6.35(1/4)
	Gas	12.7(1/2)
Indoor unit B	Liquid	6.35(1/4)
	Gas	9.52(3/8)
Indoor unit C	Liquid	6.35(1/4)
	Gas	9.52(3/8)
Indoor unit D	Liquid	6.35(1/4)
	Gas	9.52(3/8)

HERZ caldera de pellets con tecnología de condensación

Rendimiento η superior al 106%



pelletstar

CONDENSATION

10-60



Ventajas y detalles...



T-CONTROL,
regulación fácil
con pantalla
táctil.

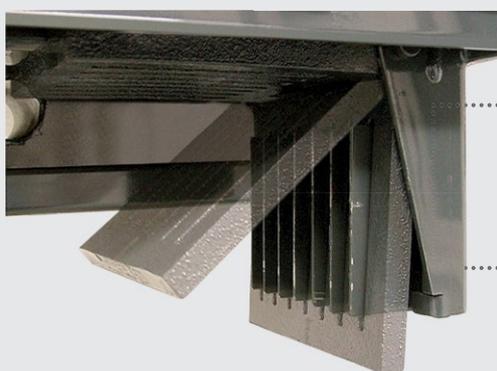
Regulación de serie para:

- Aumento de la temperatura para preparar ACS (bomba y válvula mezcladora).
- Preparación de ACS (mediante depósito o módulo de preparación instantánea desde el depósito de inercia).
- Circuito de calefacción (bomba y válvula mezcladora).
- Protección antihielo.
- Diseño de pantalla y menús sencillos.
- Ampliación hasta 55 módulos (circuitos calefacción, solar, segunda inercia, etc.).



Cámara de combustión
de acero inoxidable,
resistente a altas
temperaturas.

- Fabricado en acero inoxidable de alta resistencia para una larga duración.



Limpieza
automática de
la parrilla.

- Limpieza total de la parrilla mediante introducción en una contramatrix. No requiere ningún tipo de limpieza manual.
- De esta manera se garantiza un suministro de aire óptimo ya que la parrilla de combustión está siempre limpia.
- Las cenizas de la cámara de combustión caen al depósito de cenizas situado en la parte inferior. Este depósito se puede extraer desde la parte delantera de la caldera.

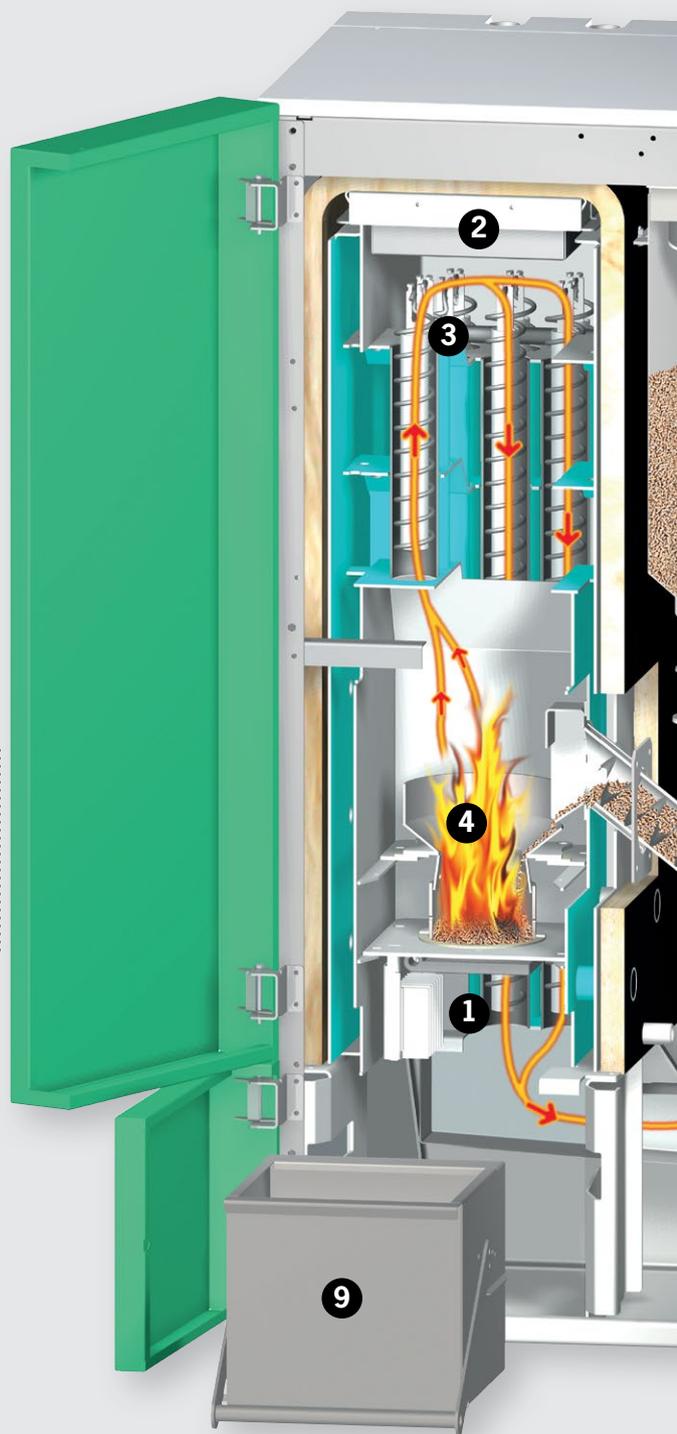


Imagen: Sistema de alimentación
mediante aspiración.

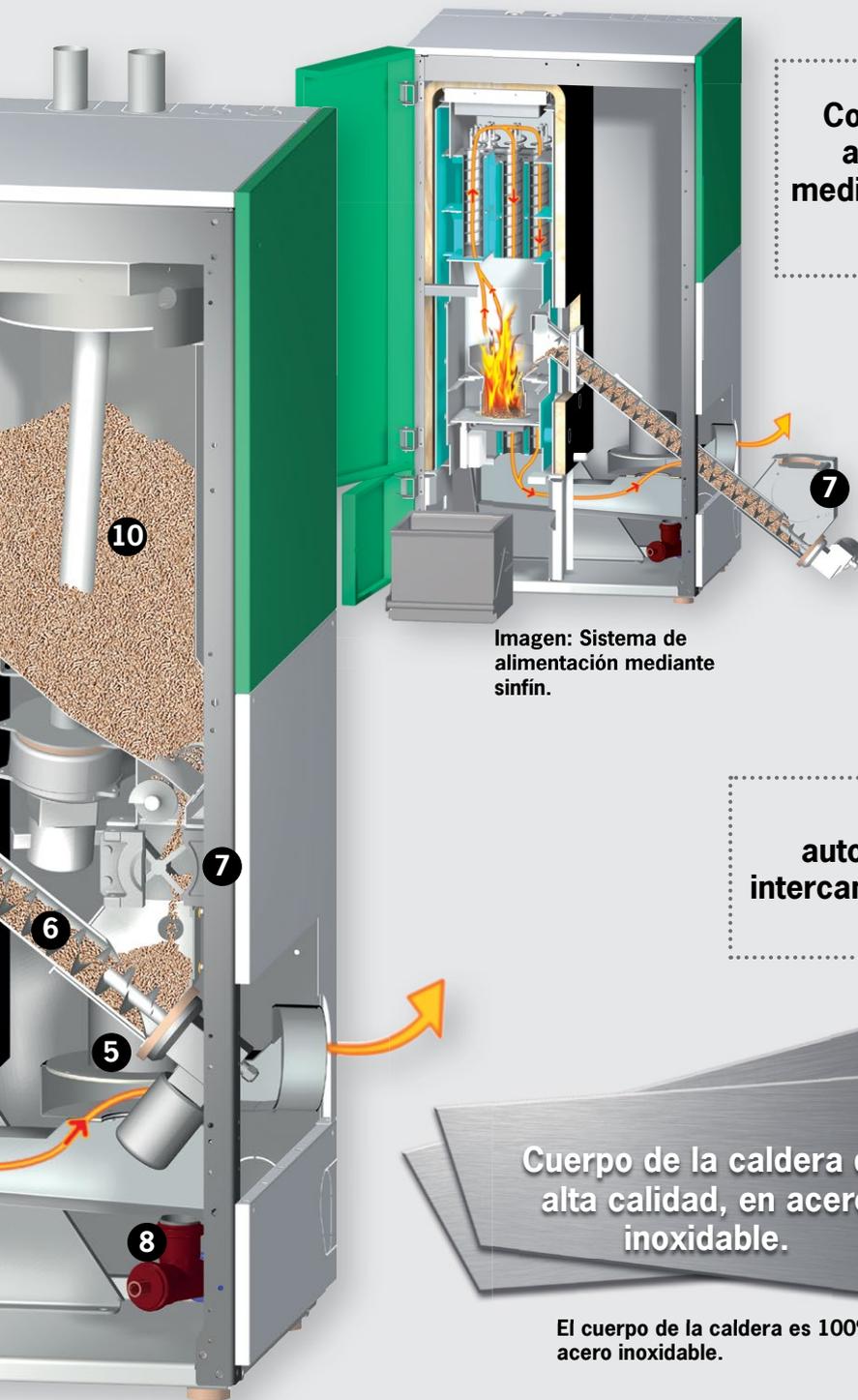


Imagen: Sistema de alimentación mediante sinfín.

Combustión que ahorra energía mediante la sonda Lambda.



- Gracias a la sonda Lambda, que supervisa de forma permanente los valores de los gases y reacciona a las distintas calidades de combustible, se obtienen siempre valores de combustión perfectos y valores de emisiones muy reducidos.
- La sonda Lambda controla la impulsión de aire primario y secundario. Asegura una combustión más limpia, incluso durante funcionamiento a carga parcial.
- El resultado es el consumo de combustible más reducido y unos niveles de emisiones muy bajos, incluso con distintas calidades de combustibles.

Limpieza automática del intercambiador de calor.



- Las superficies del intercambiador de calor de acero inoxidable se limpian de forma automática mediante un mecanismo de limpieza y a través de los turbuladores integrados, incluso durante el funcionamiento de combustión. De esta forma, no es necesario ningún tipo de limpieza manual.
- Rendimiento alto y constante, gracias a las superficies limpias del intercambiador de calor y, como consecuencia, el consumo de combustible es menor.

Cuerpo de la caldera de alta calidad, en acero inoxidable.

El cuerpo de la caldera es 100% acero inoxidable.

- 1. Parrilla basculante.**
- 2. Control con sonda Lambda** para supervisión automática de gases y de la combustión.
- 3. Limpieza automática del intercambiador de calor.**
- 4. Cámara de combustión** con parrilla basculante.
- 5. Ventilador.**
- 6. Sinfín introductor.**
- 7. Dispositivo protección de retorno de llama (RSE):**
 - Válvula rotativa (integrada en el depósito o en el depósito de aspiración).
 - Clapeta automática de cierre estanca (en los sistemas de aspiración o en el depósito externo).
- 8. Condensados y drenaje del agua de limpieza.**
- 9. Depósito de cenizas.**
- 10. Depósito de aspiración integrado.**
 - Sistema alimentación con aspiración:
10-30 kW: 67 l
45-60 kW: 96 l
 - Sistema llenado manual:
10-30 kW: 72 l
45-60 kW: 104 l

Sistemas automáticos de alimentación de pellets

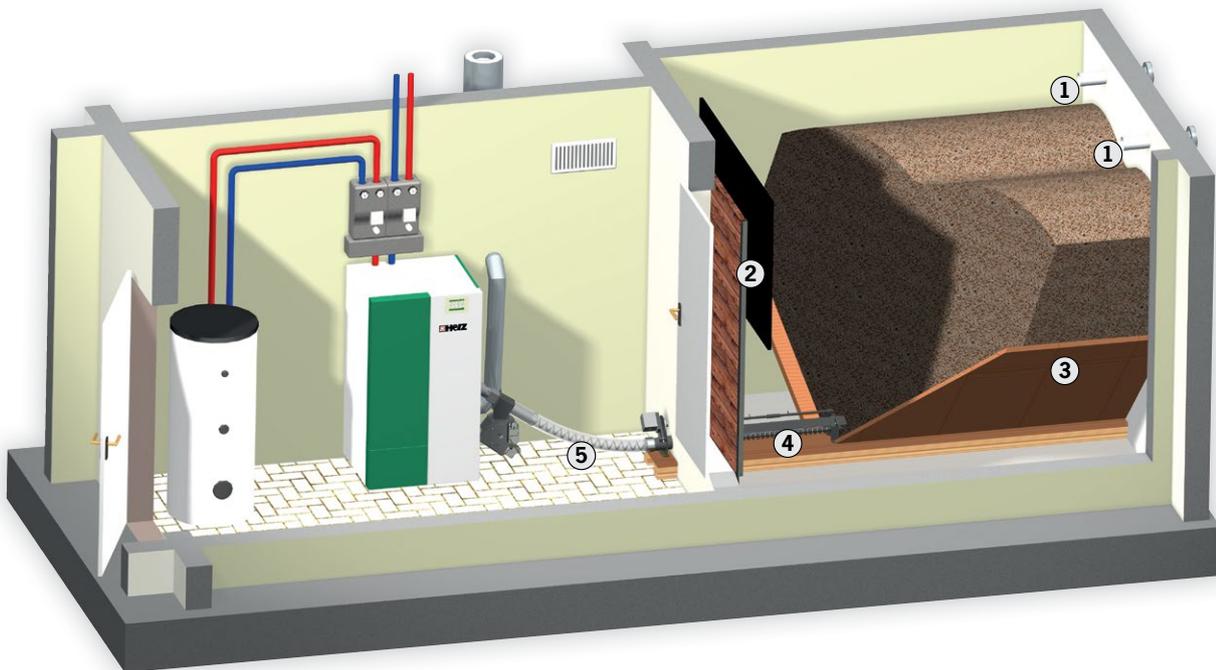
HERZ dispone de una amplia variedad de soluciones para el almacenamiento de pellets y para el sistema de alimentación de cada sala de calderas.

Los sistemas de alimentación pueden ser mediante sinfín flexible, sistema de aspiración, rotativo o sinfín rígido de pellets. HERZ ofrece la solución óptima para cada sala de calderas gracias a su amplia variedad de sistemas de alimentación.

Si no hay espacio para un depósito de pellets, existe la posibilidad de instalar un silo de pellets subterráneo en el exterior del edificio o de instalar un silo textil situado, por ejemplo, en el interior de la sala de calderas.

Sistema de alimentación mediante sinfín flexible

El transporte mediante sinfín flexible es sencillo y ahorra energía en el vaciado del almacén de combustible de una forma eficiente.



1. Racors de llenado

Los pellets se inyectan mediante los racors de llenado en el interior del almacén de combustible. Es necesario, como mínimo, 1 racor de llenado y 1 racor de aspiración. De esta manera el polvo formado durante la operación de llenado es aspirado al exterior.

2. Protector de pared

El protector de pared sirve para proteger los pellets del impacto durante el llenado del almacén y se instala en la parte opuesta a los racors de llenado.

3. Rampas deslizantes

Se recomienda instalar rampas deslizantes para vaciar completamente el almacén de combustible.

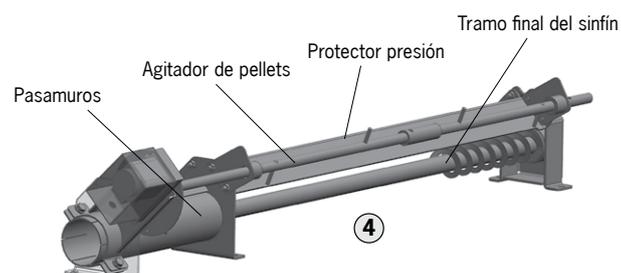
4. Sinfín en el almacén de combustible

5. Sinfín flexible

El sinfín de descarga flexible consiste en un tornillo helicoidal, que transporta los pellets hasta la caldera.

Grandes ventajas del sinfín flexible:

- Económico y duradero.
- Funcionamiento silencioso.
- Transporte suave de pellets.

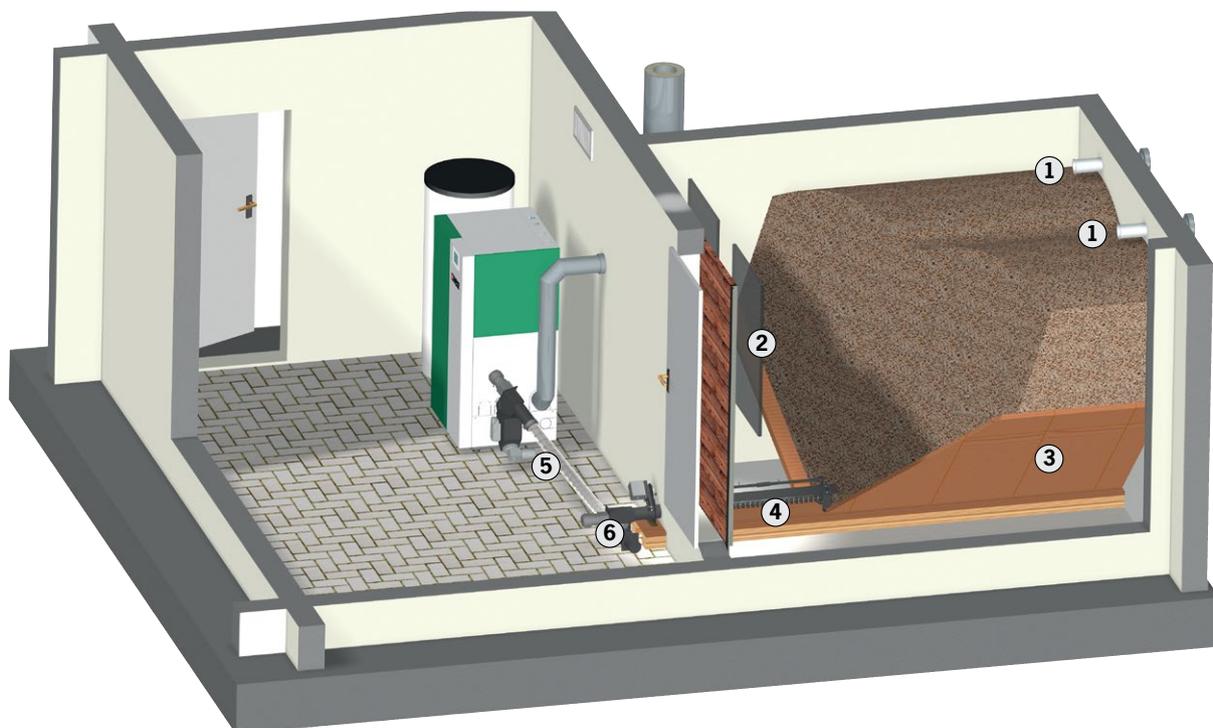


Sistema de alimentación mediante sinfín flexible

- Almacén intermedio con motor de transición

Almacén intermedio con motor de transición FIJO:

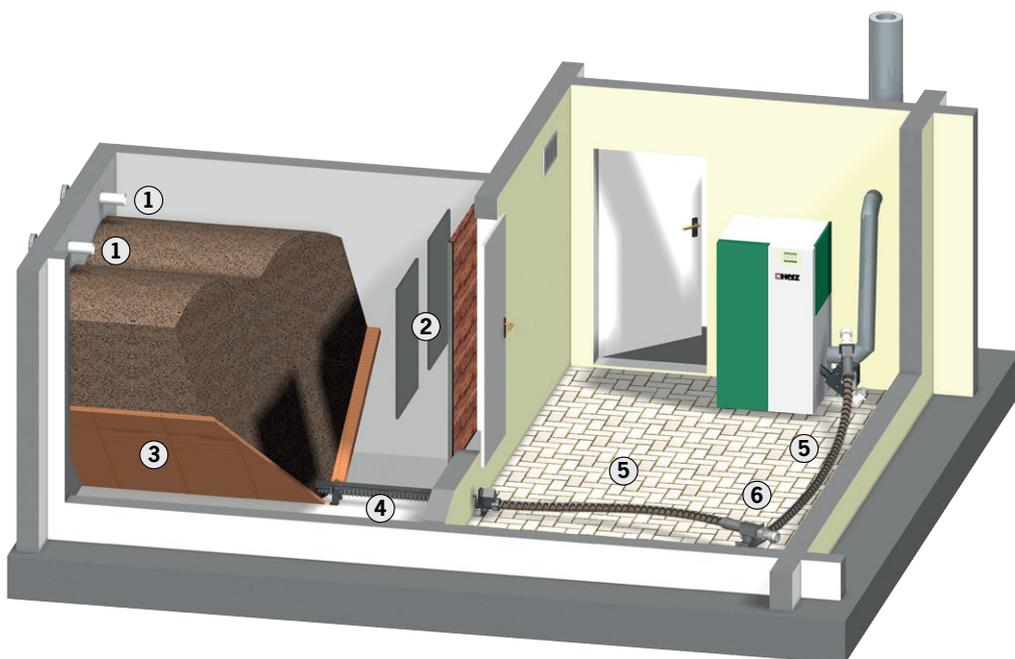
El motor de transición está situado después del almacén de combustible.



1. Racors de llenado
2. Protector de pared
3. Rampas deslizantes
4. Sinfín en el almacén de combustible
5. Sinfín flexible
6. Almacén intermedio con motor de transición

Almacén intermedio con motor de transición:

Los pellets se transportan desde el almacén de combustible hasta la caldera mediante 2 tramos de sinfines flexibles. Se puede utilizar para distancias más largas o cambios de dirección.

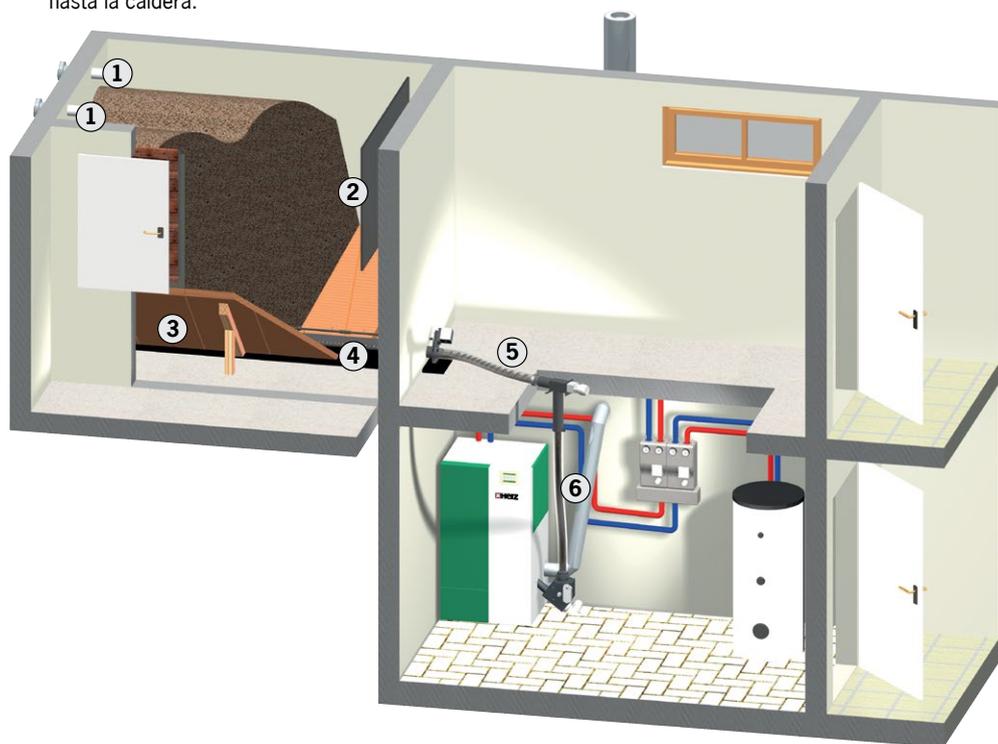


Sistema de alimentación mediante sinfín flexible - Tubo de caída

¿El almacén de combustible está más elevado que la caldera o está situado en un piso superior? ¡Esto no es un problema para el sistema con sinfín flexible con tubo de caída!

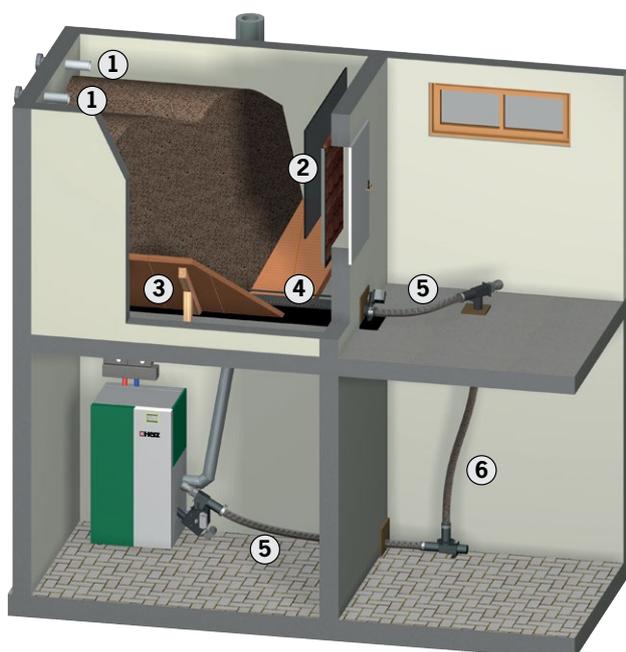
Sinfín flexible para pellets con tubo de caída

Los pellets se transportan mediante el tubo de caída directamente hasta la caldera.



Sinfín flexible para pellets con tubo de caída con motor de transición

Los pellets se transportan mediante el motor de transición y los sinfines flexibles hasta la caldera. Este sistema proporciona mayor flexibilidad y se adapta mejor a las necesidades del cliente.



1. Racors de llenado
2. Protector de pared
3. Rampas deslizantes
4. Sinfín en el almacén de combustible
5. Sinfín flexible
6. Tubo de caída

Sistema de alimentación mediante aspiración

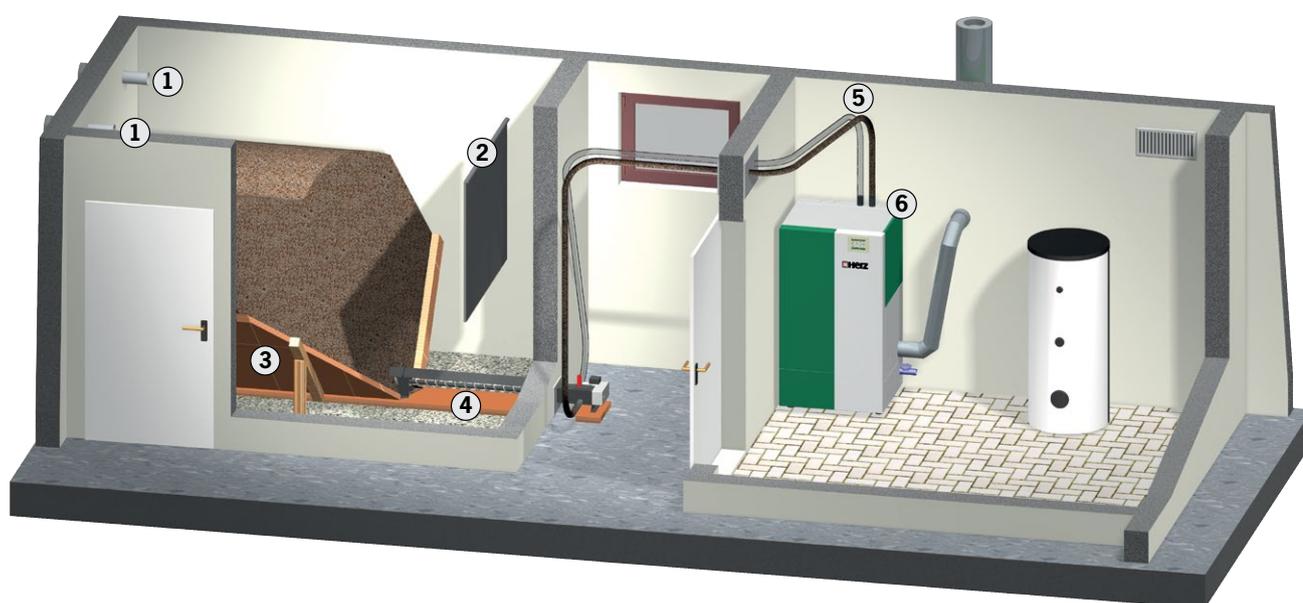
El sistema de aspiración HERZ es la solución ideal para distancias largas desde el silo hasta la caldera.

Sistema de alimentación modular en combinación con aspiración:

Óptimo vaciado del almacén de combustible y fácil colocación de la caldera.

Las principales ventajas:

- Transporte de pellets limpio y sin polvo desde el almacén de combustible hasta la caldera. También para distancias más largas.
- Flexibilidad en la ubicación de la caldera y los tubos de aspiración permitiendo una óptima colocación según cada necesidad.



1. Racors de llenado

El almacén de combustible se llena de pellets mediante los racors de llenado. Es necesario, como mínimo, 1 racor de llenado y 1 racor de aspiración. De esta manera el polvo formado durante la operación de llenado es aspirado al exterior.

2. Protector de pared

El protector de pared sirve para proteger los pellets del impacto durante el llenado del almacén y se instala en la parte opuesta a los racors de llenado.

3. Rampas deslizantes

Se recomienda instalar rampas deslizantes para vaciar completamente el almacén de combustible.

4. Sinfín de alimentación

El transporte de los pellets desde el almacén de combustible se realiza con el sinfín de alimentación.

5. Tubos de aspiración y retorno

Los tubos de aspiración y retorno se pueden adaptar e instalar de forma flexible según el espacio. Se puede utilizar para distancias largas entre el almacén de combustible y la sala de calderas.

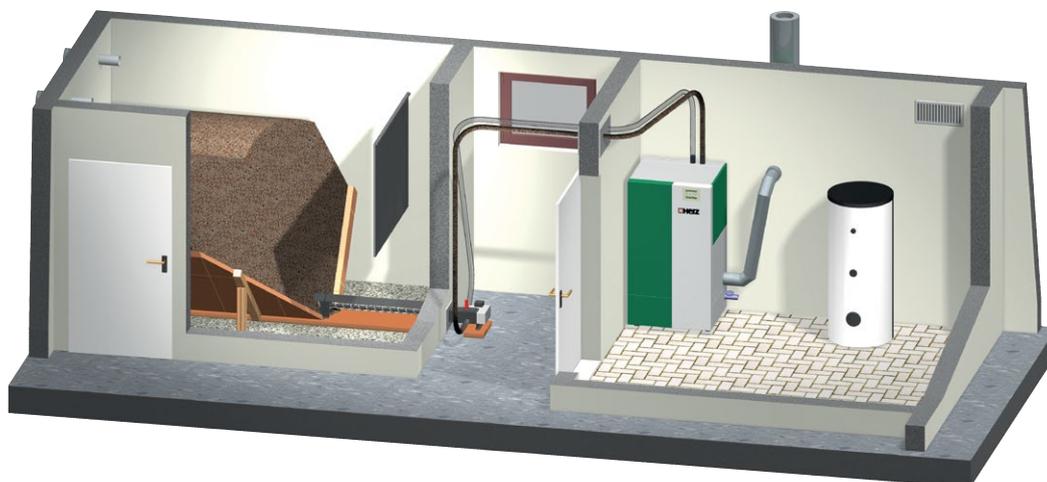
6. Depósito de pellets y aspiración integrada

En la opción del sistema de aspiración, el tanque de aspiración (la turbina está incluida) está integrado en la caldera.

Sistemas automáticos de alimentación de pellets

Sistema de alimentación mediante aspiración

Para el sistema de descarga mediante aspiración, se puede elegir entre 2 sistemas distintos (sinfín modular o rígido).

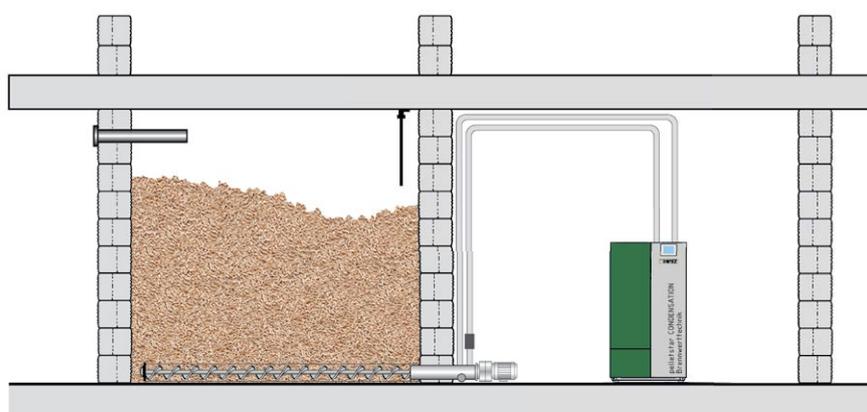


Sinfín modular para aspiración

El sistema de sinfines es modular, esto significa que el sistema está formado por elementos que se pueden combinar según la situación y dimensiones de la sala de calderas.

Sinfín rígido para aspiración

El transporte de los pellets se realiza mediante el sinfín rígido de pellets. La longitud máxima hasta la sala de calderas es de 8 m.



Longitud máx.: 4 o 8 m.



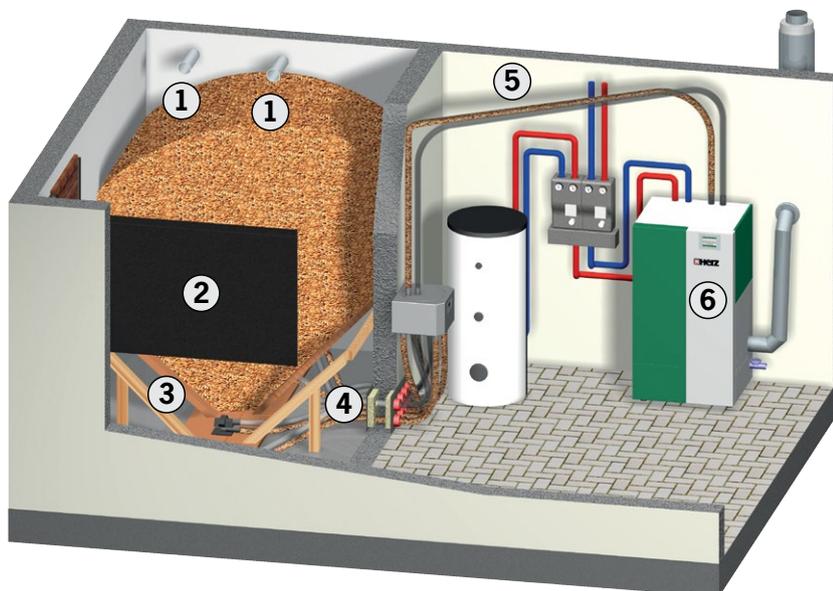
Longitud máx.: 4 m con sinfín modular.



Longitud máx.: 8 m con sinfín rígido.

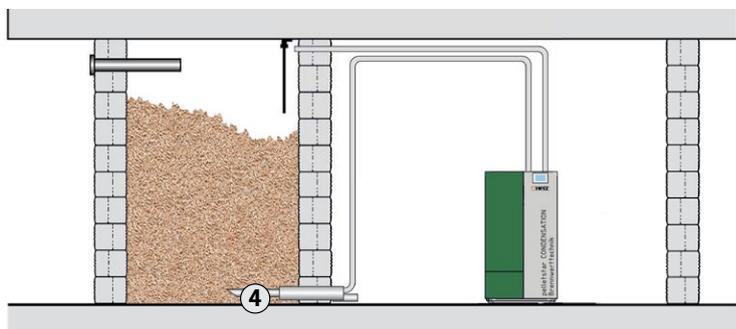
4-puntos de aspiración

La posición de los 4 puntos de aspiración se puede seleccionar de forma individual. El sistema se instala fácilmente y se adapta a cualquier sala de calderas. Es una solución universal.



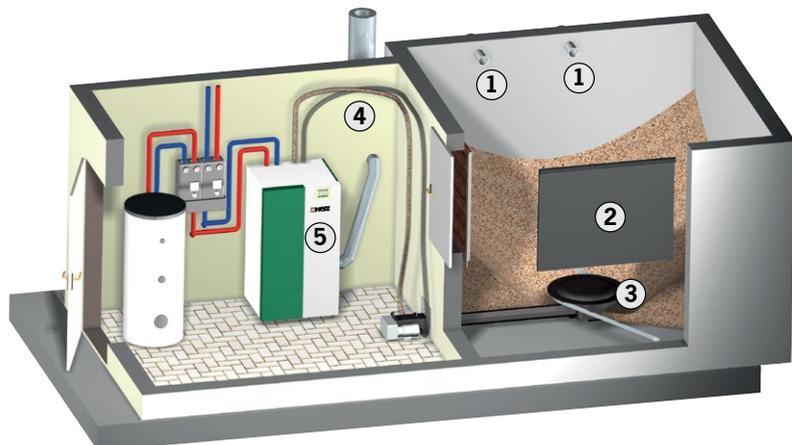
1. Racors de llenado
2. Protector de pared
3. Rampas deslizantes
4. Sonda de aspiración
5. Tubos de aspiración y retorno
6. Depósito de pellets y aspiración integrada

Sistema de alimentación con 1 punto de aspiración: Es ideal para pequeños almacenes de combustible y demandas de pellets bajas.



Agitador de pellets en combinación con el sistema de aspiración

Este sistema de alimentación está diseñado para almacenes de combustible cuadrados o redondos y para distancias largas entre el almacén de combustible y la sala de calderas.

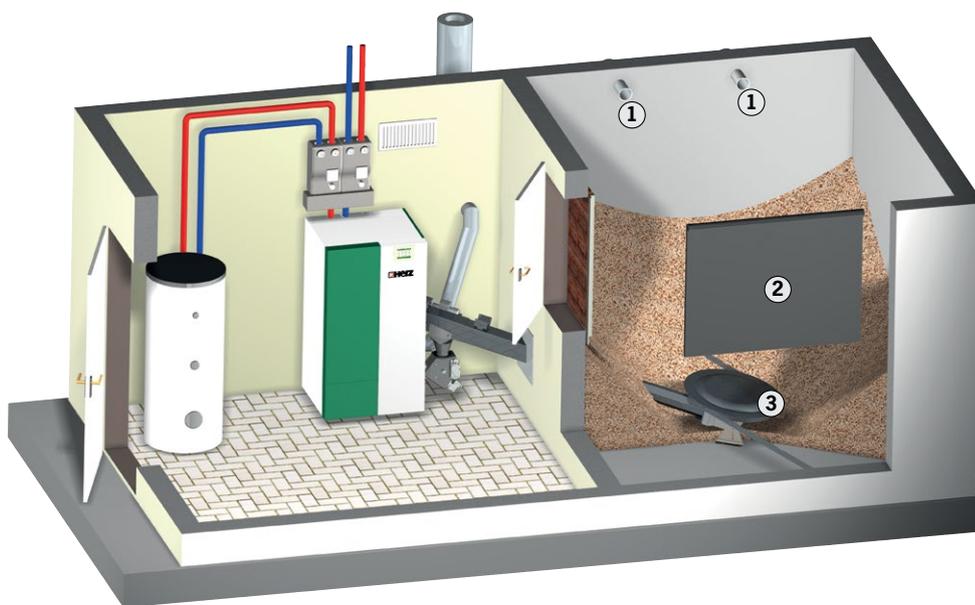


1. Racors de llenado
2. Protector de pared
3. Rotativo
4. Tubos de aspiración y retorno
5. Depósito de pellets y aspiración integrada

Sistema de alimentación mediante rotativo y sinfín rígido

Almacenamiento eficiente mediante rotativos

Para una utilización más eficiente del almacén de combustible sin pendientes se recomienda un sistema con rotativo para pellets.

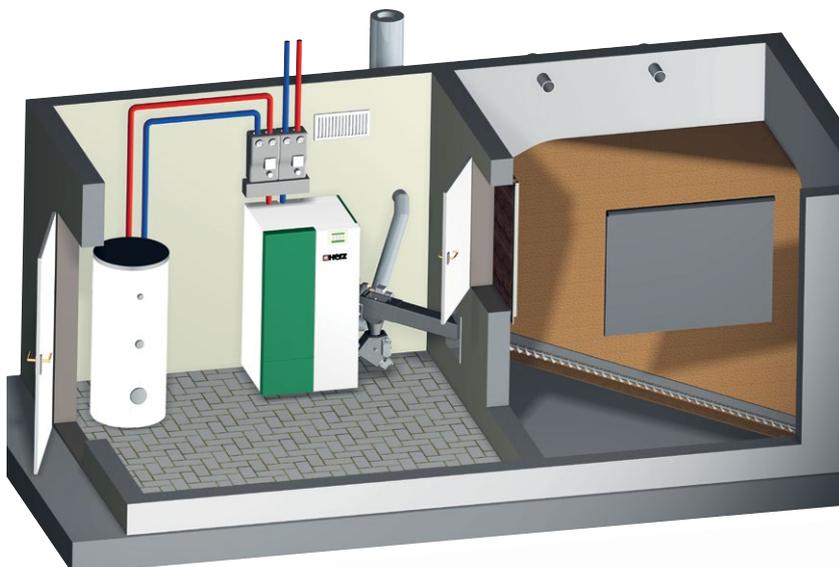


1. Racors de llenado
2. Protector de pared
3. Rotativo



Sistema de alimentación mediante sinfín rígido para pellets

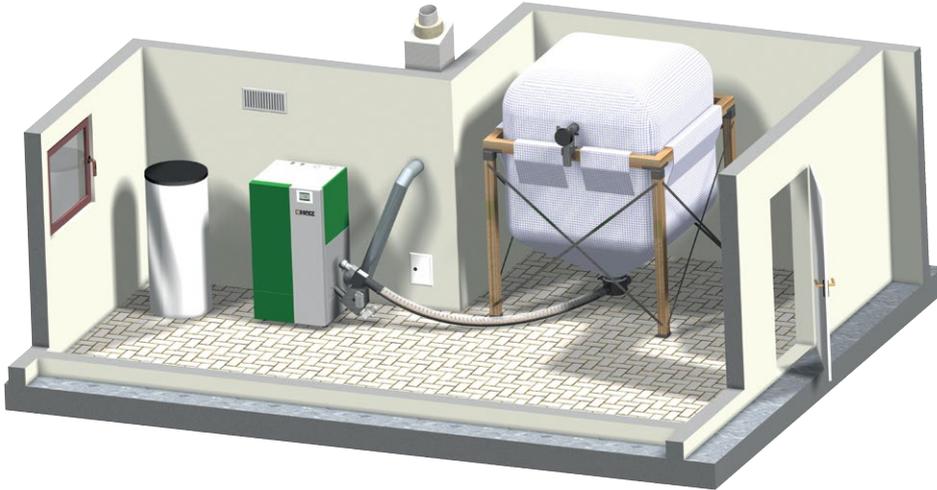
El transporte de los pellets se realiza mediante el sinfín rígido directamente a la caldera.



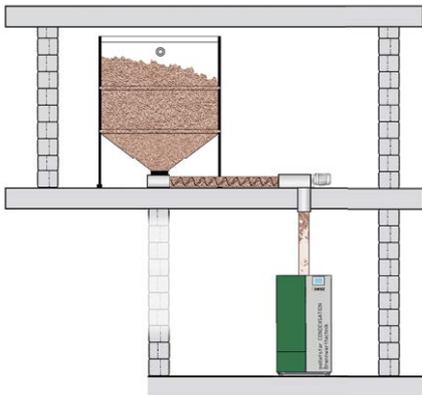
Sistema de alimentación con silo textil

Si no hay espacio para el almacén de combustible, existe la posibilidad de instalar un silo prefabricado. El silo se puede instalar directamente en la sala de calderas (dependiendo de la normativa de cada país).

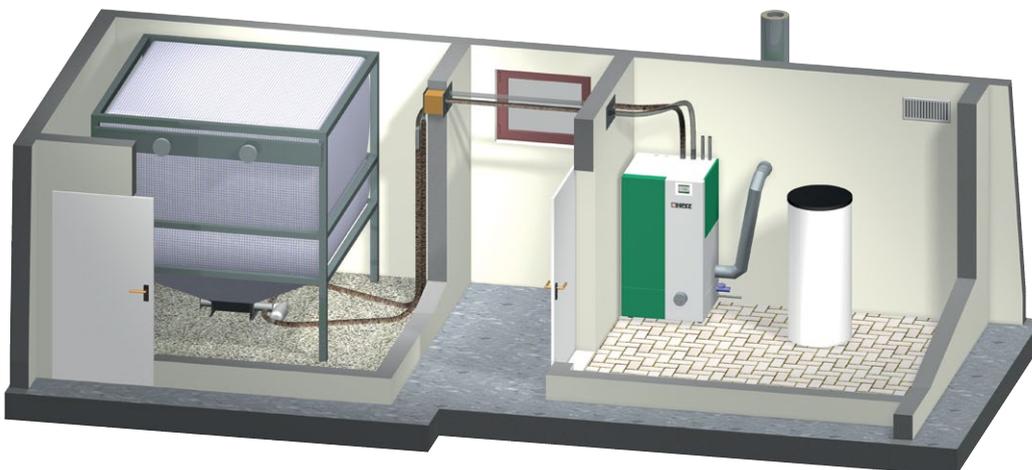
Sistema de alimentación con sinfin flexible desde un silo textil



Si el silo textil está situado en una planta superior a la sala de calderas, el transporte de los pellets se realiza mediante un sistema de alimentación con sinfin flexible mediante caída.



Sistema de aspiración desde un silo textil



Silo



Los silos textiles HERZ están disponibles en distintos tamaños con capacidades desde 1,1 m³ a 11,7 m³.

PRINCIPALES VENTAJAS

Instalación rápida y sencilla

Montaje y puesta en marcha del sistema fácil y rápida. Si el silo no está en un lugar correcto después de la instalación, se puede reubicar con facilidad.

Limpio

El tejido especial antiestático de poliéster evita que el polvo se escape del silo. De esta forma se realiza un llenado limpio y libre de polvo.

Almacenamiento cuidadoso para pellets

Durante el llenado del silo, los pellets están protegidos por un protector de pared integrado en el sistema. Además, el silo ofrece un óptimo entorno para un cuidado almacenamiento del combustible.

Posicionamiento

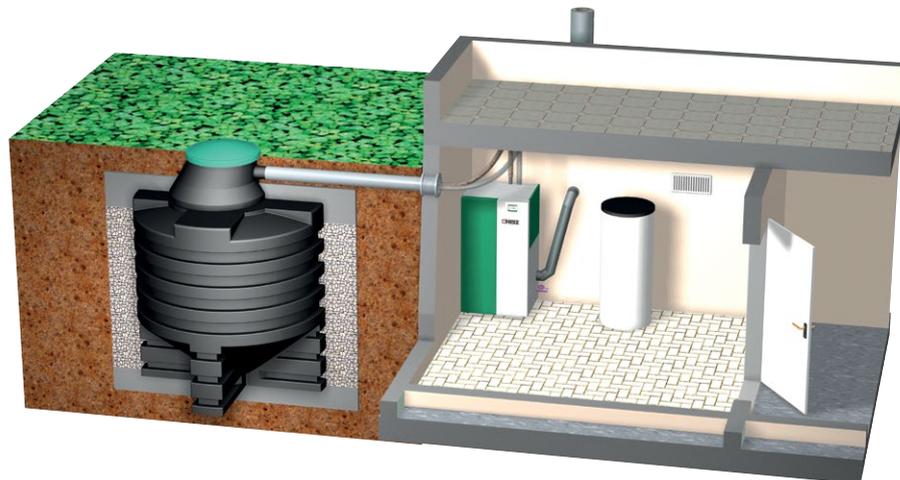
El lugar de la instalación del silo se puede adaptar a cada caso. Gracias a la variedad de sistemas de alimentación de pellets que ofrece HERZ existe una óptima solución para cada espacio y situación.

Fácil de usar

Lectura fácil del nivel de pellets en el interior del silo gracias al tejido transparente del silo. Se trata de un sistema económico, totalmente automático y de fácil mantenimiento.

Sistema de alimentación con silo subterráneo

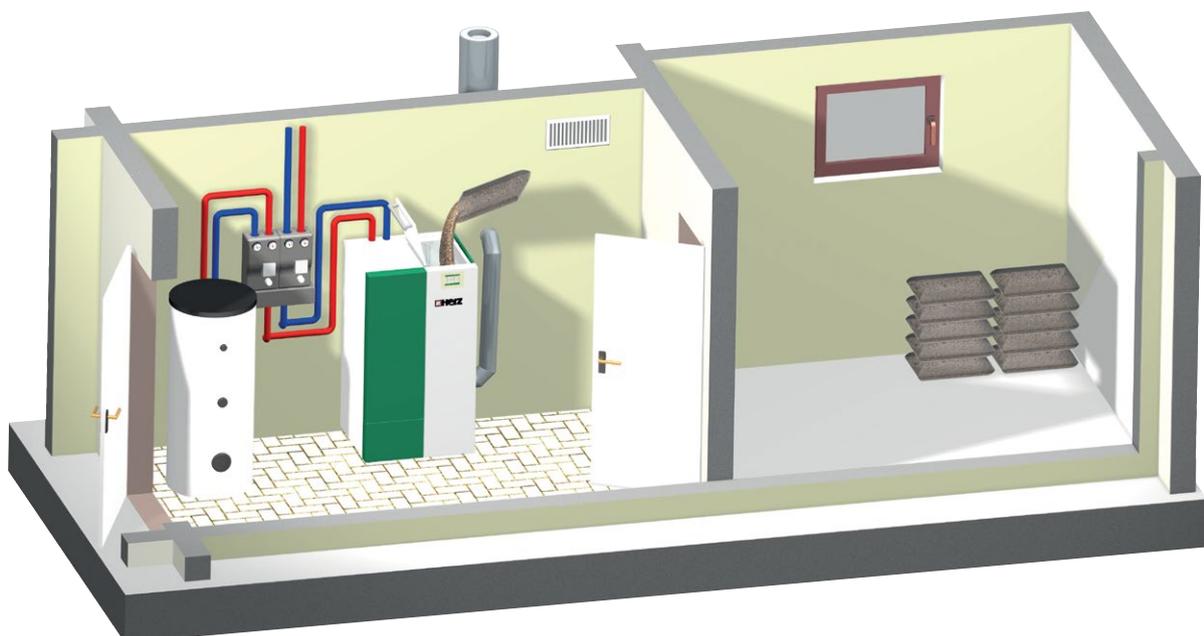
Si no existe suficiente espacio para el almacén de pellets en el interior del edificio, existe la posibilidad de instalar un silo subterráneo en el exterior del edificio. El combustible se transporta a la caldera mediante aspiración.



Llenado manual

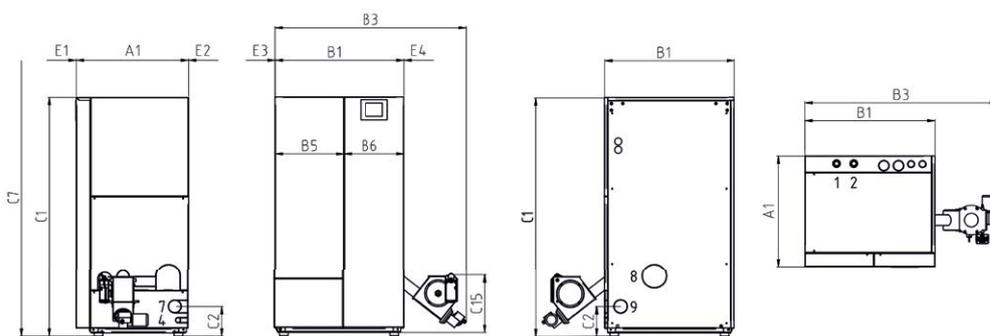
Depósito para el llenado de pellets

Existe la posibilidad de llenar de forma manual el depósito de pellets, evitando así el llenado automático.

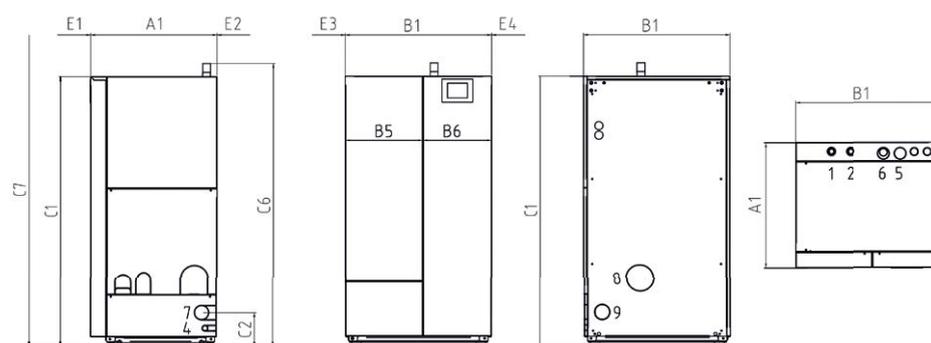


Dimensiones y datos técnicos... pelletstar CONDENSATION 10-16

Sistema de alimentación con sinfín



Sistema de alimentación con aspiración y llenado manual



pelletstar CONDENSATION 10-16

A reserva de modificaciones técnicas

Rango de potencia		10	12	14	16
Rango de potencia	kW	3 - 10	4 - 12	4 - 14	5 - 16
Sistema de alimentación mediante sinfín	kg	363	363	363	363
Sistema de alimentación mediante aspiración	kg	393	393	393	393
Peso caldera depósito de llenado manual	kg	390	390	390	390
Volumen depósito aspiración	l	67	67	67	67
Volumen depósito llenado manual	l	72	72	72	72
Rendimiento a potencia nominal durante condensación	%	>106	>106	>106	>106
Rendimiento a potencia nominal	%	>96	>96	>96	>96
Rendimiento a potencia parcial durante condensación	%	>103	>103	>103	>103
Rendimiento a potencia parcial	%	>96	>96	>96	>96
Emisiones (con 13% O ₂)	mg/m ³	<10	<10	<10	<10
Presión de trabajo	bar	3,0	3,0	3,0	3,0
Temperatura de la caldera	°C	25 - 95	25 - 95	25 - 95	25 - 95
Contenido de agua	l	57,5	57,5	57,5	57,5



Consumo de agua (debido a la limpieza automática del intercambiador de calor): máx. 1m³ por tonelada de pellets.

Es necesario conectar el drenaje al sistema de desagüe.

Dimensiones (mm)

A reserva de modificaciones técnicas

A1	Longitud	736	736	736	736
B1	Ancho	850	850	850	850
B3	Ancho	1259	1259	1259	1259
B5	Ancho	450	450	450	450
B6	Ancho	400	400	400	400
C1	Altura	1580	1580	1580	1580
C2	Altura	194	194	194	194
C6	Altura	1657	1657	1657	1657
C7	Altura mínima al techo	2050	2050	2050	2050
C8	Altura al centro de la salida de humos	365	365	365	365
C15	Altura	390	390	390	390
D1	Diámetro salida humos	130	130	130	130
E1	Espacio de mantenimiento parte frontal	750	750	750	750
E2	Espacio de mantenimiento parte trasera	50	50	50	50
E3	Espacio mín. de mantenimiento lado izquierdo	60	60	60	60
E4	Espacio mín. de mantenimiento lado derecho	750	750	750	750
E5	Distancia del centro de la salida de humos lateral	120	120	120	120
E6	Distancia del centro de la salida de humos trasera	307	307	307	307

pelletstar CONDENSATION 10-16:

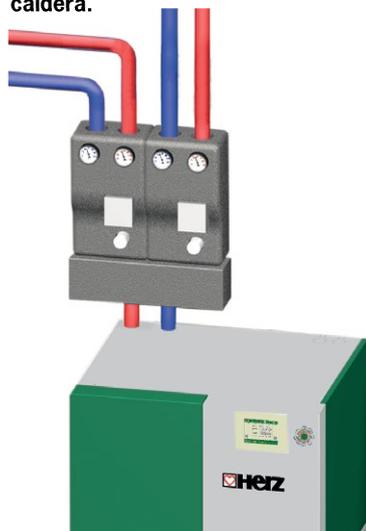
- 1... Impulsión 1" DI
- 2... Retorno 1" DI
- 3... Llenado/vaciado de la caldera 1/2"
- 4... Conexión agua fría 3/4" Presión impulsión 2 bar
- 5... Diámetro tubo retorno turbina aspiración Øa 48,3 mm
- 6... Diámetro conexión tubo aspiración Øa 45 mm
- 7... Diámetro conexión drenaje Øa 50 mm
- 8... Opcional conexión tuberías en la pared posterior
- 9... Opcional conexión drenaje en la parte posterior

Calificación energética

Caldera biomasa	A++	A++	A++	A++
Equipo combinado	A++	A++	A++	A++

Dimensiones y datos técnicos pelletstar CONDENSATION 20-60

Si es necesario, se pueden ensamblar los grupos de bombeo directamente sobre la caldera.



pelletstar CONDENSATION 20-60

A reserva de modificaciones técnicas

Rango de potencia		20	30	45 *	60 *
Rango de potencia	kW	6 - 20	6 - 30	13 - 45	13 - 60
Sistema de alimentación mediante sinfín	kg	423	423	603	603
Sistema de alimentación mediante aspiración	kg	453	453	643	643
Peso caldera depósito de llenado manual	kg	450	450	640	640
Volumen depósito aspiración	l	67	67	96	96
Volumen depósito llenado manual	l	72	72	104	104
Rendimiento a potencia nominal durante condensación	%	>106	>106	>106	>106
Rendimiento a potencia nominal	%	>96	>96	>96	>96
Rendimiento a potencia parcial durante condensación	%	>103	>103	>103	>103
Rendimiento a potencia parcial	%	>96	>96	>96	>96
Emisiones (con 13% O ₂)	mg/m ³	<10	<10	<10	<10
Presión de trabajo	bar	3,0	3,0	3,0	3,0
Temperatura de la caldera	°C	25 - 95	25 - 95	25 - 95	25 - 95
Contenido de agua	l	77	77	135	135

*bajo pedido

Dimensiones (mm)

A reserva de modificaciones técnicas

A1	Longitud	736	736	986	986
B1	Ancho	1000	1000	1000	1000
B3	Ancho	1350	1350	1440	1440
B5	Ancho	600	600	600	600
B6	Ancho	400	400	400	400
C1	Altura	1580	1580	1730	1730
C2	Altura	194	194	194	194
C6	Altura	1657	1657	1807	1807
C7	Altura mínima al techo	2050	2050	2200	2200
C8	Altura al centro de la salida de humos	365	365	480	480
C15	Altura	480	480	480	480
D1	Diámetro salida humos	130	130	150	150
E1	Espacio de mantenimiento parte frontal	750	750	750	750
E2	Espacio de mantenimiento parte trasera	50	50	50	50
E3	Espacio mín. de mantenimiento lado izquierdo	60	60	60	60
E4	Espacio mín. de mantenimiento lado derecho	750	750	750	750
E5	Distancia del centro de la salida de humos lateral	120	120	145	145
E6	Distancia del centro de la salida de humos trasera	307	307	296	296

pelletstar CONDENSATION 20-30:

- 1... Impulsión 1" DI
- 2... Retorno 1" DI

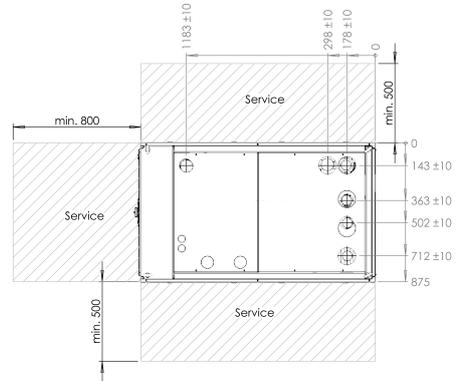
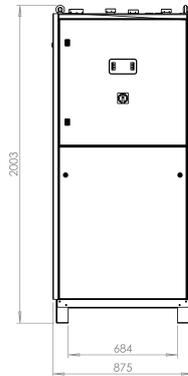
pelletstar CONDENSATION 45-60:

- 1... Impulsión 6/4" DI
- 2... Retorno 6/4" DI
- 3... Llenado/vaciado de la caldera 1/2"
- 4... Conexión agua fría 3/4" Presión impulsión 2 bar
- 5... Diámetro tubo retorno turbina aspiración Øa 48,3 mm
- 6... Diámetro conexión tubo aspiración Øa 45 mm
- 7... Diámetro conexión drenaje Øa 50 mm
- 8... Opcional conexión tuberías en la pared posterior
- 9... Opcional conexión drenaje en la parte posterior

Calificación energética

Caldera biomasa	A++	A++	A++	A++
Equipo combinado	A++	A++	A++	A++

Technical data | eCoo 20



- * High efficiency pumps included in all three circuits
- * Integrated free cooling mode without additional hydraulic
- * SIEMENS controller in compliance with industry standard
- * Cloud based visualization and remote programming from anywhere available
- * Integrated communication services: BACnet IP, BACnet MS/TP, M-Bus, LON, Modbus RTU and OPC
- * Internal serial connection of the modules possible to optimize performance and temperature spread

MODEL

eCoo 20

APPLICATION RANGE

Hot water temperature	50 - 95°C
Re-cooling water temperature	22 - 40°C
Chilled water temperature	8 - 21°C
Max. operating pressure	4 bar

DIMENSIONS

W x D x H	875 x 1,465 x 2,003 mm
Footprint	1.28 m ²
Empty weight	ca. 785 kg

ELECTR. POWER CONSUMPTION AND SUPPLY

At typical pressure drop	520 W
At max. delivery head	1,600 W
Power supply	230 V, 50/60 Hz

PERFORMANCE

Cooling capacity	up to 33.4 kW
COP _{TH}	up to 0.65

HOT WATER CIRCUIT

Volume flow rate	5.00 m ³ /h
Available delivery head	400 mbar
Connection	G 2" AG

RE-COOLING CIRCUIT

Volume flow rate	10.20 m ³ /h
Available delivery head	640 mbar
Connection	G 2 1/2" AG

CHILLED WATER CIRCUIT

Volume flow rate	5.80 m ³ /h
Available delivery head	520 mbar
Connection	G 2" AG



LENNOX[®]

APPLICATION GUIDE



**EUROVENT
CERTIFIED PERFORMANCE**



PROVIDING **GLOBAL SYSTEM** SOLUTIONS

COMFAIR
Fan Coil Units

APPLICATION GUIDE

Ref: COMFAIR-AGU-0503-E

- Fan Coil Unit with centrifugal fan - Comfair HC
 - Description 2
 - Specifications 4
 - Dimensional drawings 7

- Fan Coil Unit with tangential fan - Comfair HT
 - Description 10
 - Specifications 12
 - Dimensional drawings 14

- High static pressure Fan Coil Unit - Comfair HH
 - Description 16
 - Specifications 18
 - Schémas dimensionnels 21

- Remote controls for HC, HT and HH 23

- Options and accessories for HC and HT 24

- Accessories for HH 26

- High-Wall Fan Coil Unit - Comfair HD 27



Ours products comply with the European standards
and are Eurovent listed.



The specifications and technical characteristics in this booklet are given for information purposes. The manufacturer reserves the right to modify them without prior notice or obligation to modify in a similar manner, the equipments previously supplied.



CENTRIFUGAL FAN COIL UNITS HC



Comfair Fan Coil units are designed to minimum dimensions, in particular the depth is limited to only 200mm. The HC version is available in a range of 7 different versions and 9 models in each range, allowing all types of mounting arrangement and configurations, for example :

- Vertical Cased – on feet or plinth, with air inlet top or bottom and supply air vertical or front discharge
- Horizontal Cased – with air inlet from the back, front or via a plenum
- Vertical or horizontal chassis units

Vertical cased



Horizontal cased



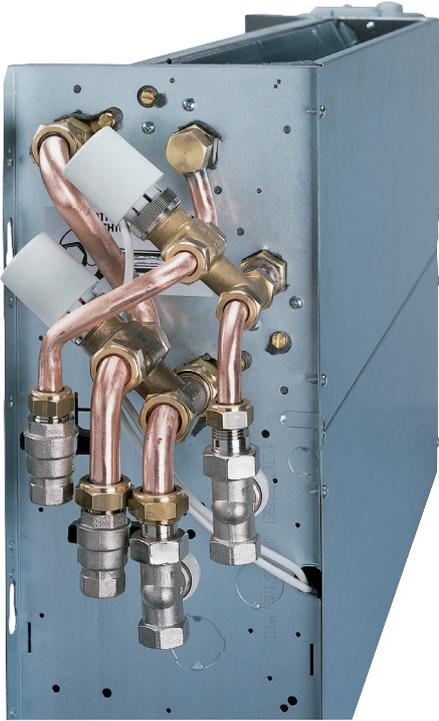
Chassis units



Standard units are complimented by a complete range of accessories and options, for example :

- auxiliary heating coil for 4 pipe operation
- control package with 3-way valves
- electric heating coil
- fresh air inlet with manual or motorised damper
- straight or 90° plenums for inlet or supply air (for chassis units only)
- decorative panel in metal or wood, pre-painted white (for chassis units only)





CHASSIS AND CASING

The chassis is constructed from galvanised sheet steel 0,8 mm. Mounting holes are provided on the back panel. Each unit, vertical or horizontal is equipped with a condensate drain pan which is insulated with thermal insulation 3mm thick, as are all parts of the chassis which come into contact with the treated air.

Of modern and elegant design, the casing is finished to the LENNOX standard colour of RAL 9002 white, however the full range of RAL colours are available upon special request.

Casing is also constructed from 0,8mm sheet steel, galvanised and epoxy painted and protected by a plastic contact film which can be removed after final installation. These methods ensure high resistance to Rust, corrosion and liquid and chemical agents.

Diffuser grilles are manufactured by plastic injection techniques and can be ordered as adjustable as an option.

The control panel is located beneath a concealed opening on the top of the unit, always on the opposite side to the valves.

COILS

Coils are from aluminium fins mechanically expanded onto copper tubes. Headers are equipped with easy accessible air vents. Coil connections are female antitorsion and as standard are located on the left side of the unit, but can be right side on request. The required connection side should always be clearly noted on the order.

Due to their high heating capacity even with reduced water temperatures COMFAIR HC model fan coil units are ideal for installations using solar energy or heat pumps.

Coils are pressure tested to 30 Bar.

FANS

Depending on the model, the HC units can contain 1, 2 or 3 double inlet centrifugal fans with aluminium blades, statically and dynamically balanced. The electric motor includes overload protection and has six standard speeds, three of which are pre-selected at the factory. Construction is in accordance with all relevant international standards, with a permanently connected capacitor. The motor assembly is mounted on rubber anti-vibration mounts and is directly coupled to the fan shafts which results in particularly quiet operation.

CONTROL PANEL

Easily accessible. It is located on the opposite side to the coils connections. As standard, the controller includes an electronic card, a 3-way switch (off / summer / winter) and a 3 speed fan switch. Factory fitted options include : Ambient temperature sensor (TA), and a minimum water temperature thermostat (TC). Horizontal units for concealed mounting are delivered with a terminal box for connecting to remote mounted controllers.

AIR FILTER

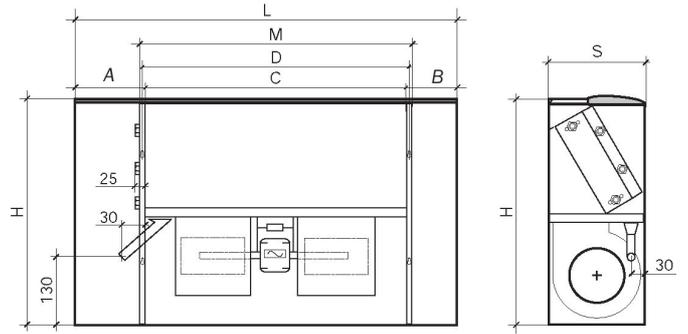
Simple to fit and remove, it is manufactured from a metal frame containing a washable poly-propylene filter medium class EU1. It is located on the suction side of the fan.



2 pipes system - 3 rows coil														
Model number	HC	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Cooling capacity (A)	Sensible	Frig/h	636	880	1298	1868	1875	2291	2679	3414	4147	5227	6822	7309
		W	737	1021	1506	2167	2176	2658	3108	3960	4811	6064	7913	8478
	Total	Frig/h	746	1101	1787	2181	2682	3319	4041	4818	5930	6878	8635	9492
		W	865	1277	2072	2530	3111	3850	4687	5589	6879	7978	10017	11011
Heating capacity (B)	kcal/h	1074	1611	2229	2826	3152	3863	4424	5763	6991	8676	11276	12196	
	W	1246	1869	2586	3279	3657	4481	5132	6685	8110	10064	13080	14147	
Water flow		l/h	149	220	357	436	536	664	808	964	1186	1045	1364	1462
Water pressure drop	Cooling	mWG	0,08	0,2	0,6	0,88	1,62	2,6	5,6	2,8	4,31	2,66	1,71	2,68
		kPa	0,8	2	6	8,8	16,2	26	56	28	43,1	26,6	17,1	26,8
	Heating	mWG	0,07	0,17	0,51	0,75	1,38	2,21	4,76	2,38	3,66	2,38	1,16	2,22
		kPa	0,7	1,7	5,1	7,5	13,8	22,1	47,6	23,8	36,6	23,3	11,4	21,8
Heating capacity (C)	kcal/h	1831	2752	3732	4753	5242	6417	7303	9602	11630	14543	18979	20488	
	W	2124	3192	4329	5513	6081	7444	8471	11138	13491	16870	22016	23766	
Electrical heater	W	/	1000	1000	1000	2000	2000	2000	3000	3000	TBA	TBA	TBA	
	A	/	4,55	4,55	4,55	9,1	9,1	9,1	13,65	13,65	TBA	TBA	TBA	
Air flow		m ³ /h	227	289	404	453	575	685	708	1058	1242	1356	2012	2003
Sound power level (D)		dB(A)	46	44	44	47	47	52	52	58	64	62	66	66

4 pipes system - 3 and 1 rows coil														
Model number	HC	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Cooling capacity (A)	Sensible	Frig/h	697	962	1458	1660	2146	2506	2884	3727	4532	5054	5529	7073
		W	809	1116	1691	1926	2490	2907	3345	4323	5257	5863	6413	8205
	Total	Frig/h	722	1064	1792	2048	2554	3173	3854	4597	5663	6650	7088	9186
		W	837	1234	2079	2376	2963	3680	4470	5333	6569	7714	8222	10656
Heating capacity (C)	kcal/h	1087	1633	2350	2489	3008	3561	4348	5339	6608	7231	7621	9856	
	W	1261	1894	2726	2887	3489	4131	5044	6193	7665	8388	8840	11433	
Water flow	Cooling	(A) l/h	144	213	358	410	511	635	771	919	1133	1330	1418	1837
	Heating	(C) l/h	109	163	235	249	301	356	435	534	661	739	79	1008
Water pressure drop	Cooling	mWG	0,08	0,2	0,57	0,82	1,45	2,3	5	2,4	3,8	2,54	1,09	2,56
		kPa	0,8	2	5,7	8,2	14,5	23	50	24	38	24,9	10,7	25,1
	Heating	mWG	0,03	0,07	0,17	0,2	0,34	0,42	0,75	1,39	2,17	1,76	2,16	3,47
		kPa	0,3	0,7	1,7	2	3,4	4,2	7,5	13,9	21,7	17,2	21,2	34
Air flow		m ³ /h	216	275	384	430	546	651	673	1005	1180	1291	1502	1908
Sound power level (D)		dB(A)	47	47	44	48	46	53	53	59	65	63	61	66

Nominal conditions			
Maximum fan speed - Unit air discharge unducted (ESP = 0 Pa)			
Cooling (A)	Heating (B)	Heating (C)	Sound power level (D):
Inlet water temperature: 7 °C	Inlet water temperature: 50 °C	Inlet water temperature: 70 °C	ISO 23741 standard
Outlet water temperature: 12 °C	Same water flow as in cooling mode	Outlet water temperature: 60 °C	
Inlet air temperature : 27 °C D.B - 19 °C W.B	Inlet air temperature: 20 °C	Inlet air temperature: 20 °C	



Dimensions and connections													
Model number	HC	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Fans	Nb	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Standard coil	Rows	Nb	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Connections F		3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Auxiliary coil	Rows	Nb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Connections F		1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Drain connection	F mm		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Height	mm		480	480	480	480	480	585	585	585	602	602	602
Length	mm		660	860	1060	1060	1260	1260	1260	1460	1460	1660	1960
Width	mm		220	220	220	220	220	220	220	220	256	256	256
	M	mm	420	620	820	820	1020	1020	1020	1220	1220	1380	1680
	A	mm	180	180	180	180	180	180	180	180	180	220	220
	B	mm	110	110	110	110	110	110	110	110	110	108	108
	C	mm	370	570	770	770	970	970	970	1170	1170	1330	1630
	D	mm	395	595	795	795	995	995	995	1195	1195	1355	1655
Net weight	kg		14	17	22	23	27	28	30	35	36	46	55

Available static pressure														
Model number	HC	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
2 pipes system	Pa	1	9	12	7	9	19 low	12	15	41 low	33 low	43	37 min	47
	Pa	2	11 low	15 low	10 low	11 low	22	16 low	19	51 med	41	49 min	47	58 min
	Pa	3	15	19 med	15 med	17 med	28 med	22	26 low	55 max	45 med	62 med	68 med	74
	Pa	4	18 med	25 max	19 max	22	32 max	28 med	34 med	60	49	68	76 max	80 med
	Pa	5	25 max	32	25	27 max	40	36 max	44 max	65	53 max	75 max	84	84 max
	Pa	6	32	40	32	37	49	45	54	70	60	84	/	/
4 pipes system	Pa	1	8	10	6	8	14 low	10	11	30 low	27 low	43	37 min	47
	Pa	2	9 low	12 low	8 low	9 low	17	13 low	15	38 med	33	48 min	47	58 min
	Pa	3	11	15 med	13 med	14 med	21 med	18	20 low	42 max	37 med	61 med	67 med	73
	Pa	4	15 med	19 max	15 max	17	25 max	22 med	28 med	50	40	67	75 max	79 med
	Pa	5	19 max	25	19	22 max	32	28 max	36 max	55	44 max	74 max	83	85 max
	Pa	6	25	32	24	30	38	35	44	60	51	82	/	/

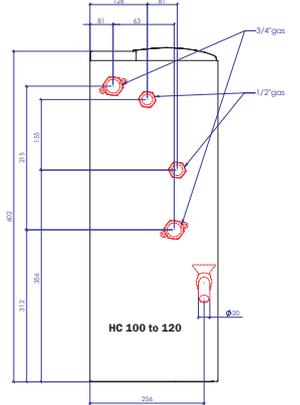
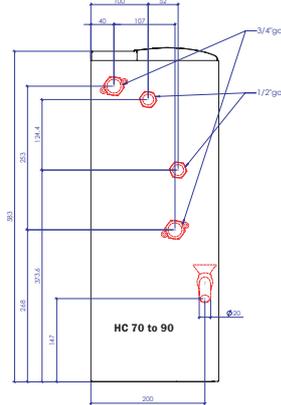
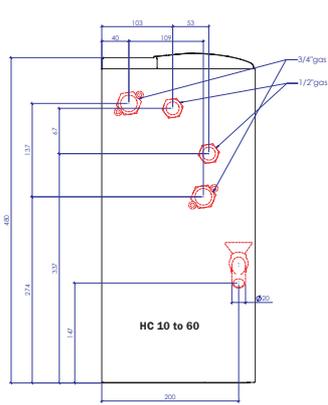
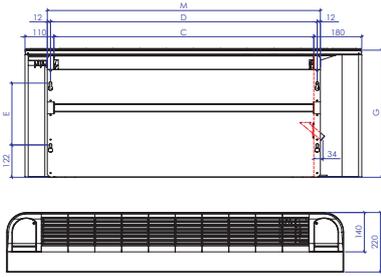
Maximum motor power input													
Model number	HC	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Power input	W	38	54	60	61	99	99	97	210	207	213	277	273
Nominal current	A	0,18	0,25	0,28	0,28	0,45	0,45	0,45	0,96	0,95	0,97	1,27	1,25

Standard power supply: 230 V / 1 / 50 Hz

The data indicated by low, med, max correspond to the standard factory set fan speeds.

		Sound power level (D)												
Model number		HC	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2 pipes system	dB(A)	1	32	32	30	30	37 low	39	36	51 low	51 low	52	47	49
	dB(A)	2	33 low	36 low	33 low	33 low	39	40 low	38	56 med	55	55 min	50	51 min
	dB(A)	3	37	40 med	40 med	40 med	43 med	43	42 low	58 max	58 med	57 med	58 min	59
	dB(A)	4	41 med	44 max	44 max	44	47 max	47 med	46 med	61	61	60	61 med	61 med
	dB(A)	5	46 max	49	47	47 max	51	52 max	52 max	64	64 max	63 max	67 max	66 max
	dB(A)	6	51	53	51	50	56	56	57	67	67	65	/	/
4 pipes system	dB(A)	1	32	34	30	30	35 low	38	36	51 low	51 low	53	48	49
	dB(A)	2	34 low	38 low	34 low	35 low	38	41 low	39	57 med	56	55 min	51	52 min
	dB(A)	3	38	43 med	40 med	42 med	42 med	44	43 low	59 max	59 med	58 med	58 min	60
	dB(A)	4	42 med	47 max	44 max	45	46 max	48 med	47 med	62	62	61	62 med	62 med
	dB(A)	5	47 max	52	47	48 max	51	53 max	53 max	65	65 max	63 max	67 max	67 max
	dB(A)	6	52	56	50	52	56	57	58	68	68	66	/	/

		Correction factor												
Model number		HC	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Sensible cooling capacity		1	0,65	0,72	0,60	0,53	0,69 low	0,60	0,54	0,79 low	0,68 low	0,73	0,55	0,56
		2	0,69 low	0,79 low	0,68 low	0,60 low	0,78	0,69 low	0,63	0,91 med	0,78	0,78 min	0,6	0,63 min
		3	0,78	0,88 med	0,89 med	0,79 med	0,89 med	0,78	0,73 low	1 max	0,85 med	0,86 med	0,77 min	0,79
		4	0,88 med	1 max	1 max	0,89	1 max	0,87 med	0,85 med	1,09	0,92	0,93	0,85 med	0,85 med
		5	1 max	1,14	1,11	1 max	1,14	1 max	1 max	1,18	1 max	1 max	1 max	1 max
		6	1,13	1,35	1,24	1,13	1,29	1,14	1,17	1,30	1,09	1,09	/	/
Total cooling capacity		1	0,73	0,78	0,60	0,52	0,71 low	0,63	0,56	0,80 low	0,70 low	0,71	0,53	0,54
		2	0,77 low	0,84 low	0,67 low	0,60 low	0,80	0,71 low	0,65	0,93 med	0,80	0,76 min	0,58	0,6 min
		3	0,84	0,92 med	0,89 med	0,80 med	0,90 med	0,80	0,75 low	1 max	0,86 med	0,85 med	0,75 min	0,78
		4	0,92 med	1 max	1 max	0,90	1 max	0,88 med	0,86 med	1,09	0,93	0,92	0,84 med	0,84 med
		5	1 max	1,10	1,11	1 max	1,12	1 max	1 max	1,17	1 max	1 max	1 max	1 max
		6	1,08	1,32	1,23	1,12	1,26	1,13	1,16	1,28	1,09	1,09	/	/
Heating capacity		1	0,64	0,71	0,63	0,56	0,70 low	0,62	0,54	0,80 low	0,69 low	0,72	0,54	0,55
		2	0,68 low	0,78 low	0,72 low	0,64 low	0,79	0,70 low	0,63	0,92 med	0,80	0,77 min	0,59	0,61 min
		3	0,78	0,88 med	0,90 med	0,81 med	0,89 med	0,79	0,74 low	1 max	0,86 med	0,85 med	0,76 min	0,78
		4	0,88 med	1 max	1 max	0,90	1 max	0,88 med	0,85 med	1,07	0,93	0,92	0,84 med	0,84 med
		5	1 max	1,12	1,08	1 max	1,10	1 max	1 max	1,13	1 max	1 max	1 max	1 max
		6	1,11	1,22	1,17	1,10	1,21	1,10	1,13	1,22	1,07	1,08	/	/
Air flow		1	0,54	0,64	0,56	0,50	0,63 low	0,54	0,50	0,74 low	0,62 low	0,65	0,44	0,46
		2	0,6 low	0,72 low	0,67 low	0,58 low	0,73	0,63 low	0,58	0,90 med	0,74	0,71 min	0,49	0,53 min
		3	0,70	0,84 med	0,87 med	0,76 med	0,86 med	0,73	0,69 low	1 max	0,82 med	0,81 med	0,68 min	0,71
		4	0,83 med	1 max	1 max	0,88	1 max	0,84 med	0,82 med	1,13	0,91	0,9	0,78 med	0,79 med
		5	1 max	1,21	1,14	1 max	1,19	1 max	1 max	1,25	1 max	1 max	1 max	1 max
		6	1,22	1,42	1,32	1,17	1,41	1,19	1,22	1,43	1,14	1,11	/	/



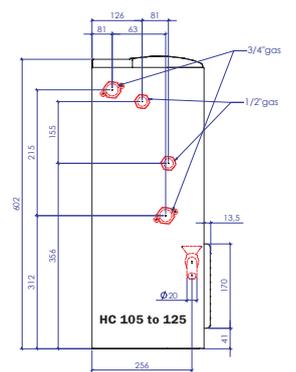
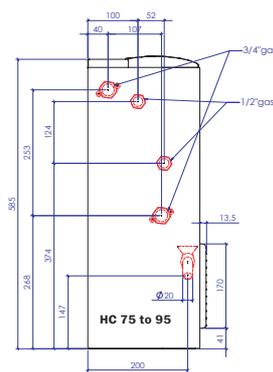
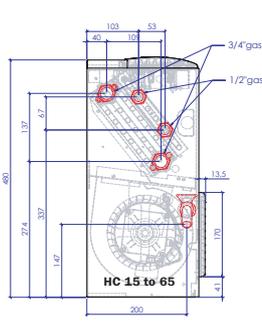
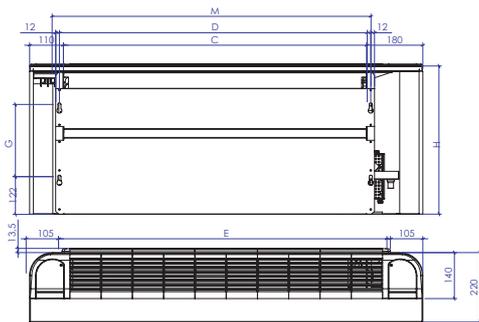
Model number	HC 10	HC 20	HC 30 and HC 40	HC 50 and HC 60
L	660	860	1 060	1 260
M	420	620	820	1 020
D	395	595	795	995
C	370	570	770	970
E	233	233	233	233
G	480	480	480	480

Model number	HC 70	HC 80 and HC 90	HC 100	HC 110 and HC 120
L	660	860	1 060	1 260
M	420	620	820	1 020
D	395	595	795	995
C	370	570	770	970
E	233	233	233	233
G	480	480	480	480

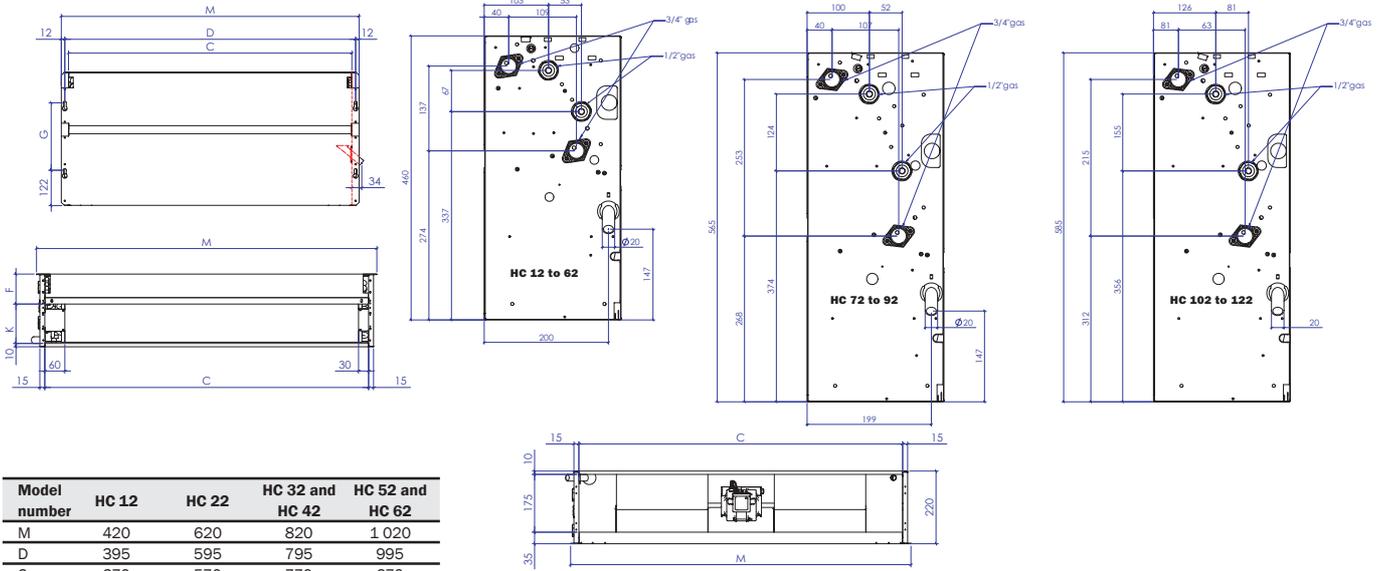
HC 10 to HC 120



HC 15 to HC 125



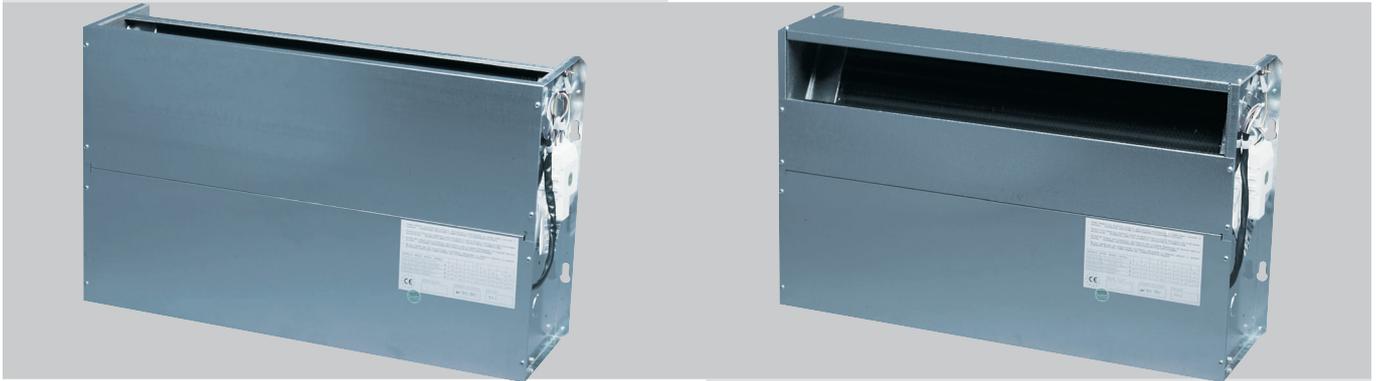
Model number	HC 15	HC 25	HC 35 and HC 45	HC 55 and HC 65	HC 75	HC 85 and HC 95	HC 105	HC 115 and HC 125
L	660	860	1 060	1 260	1 260	1 460	1 660	1 960
M	420	620	820	1 020	1 020	1 220	1 380	1 680
D	395	595	795	995	995	1 195	1 355	1 655
C	370	570	770	970	970	1 170	1 330	1 630
E	450	650	850	1 050	1 050	1 250	1 410	1 710
H	480	480	480	480	585	585	602	602
G	233	233	233	233	253	253	260	260



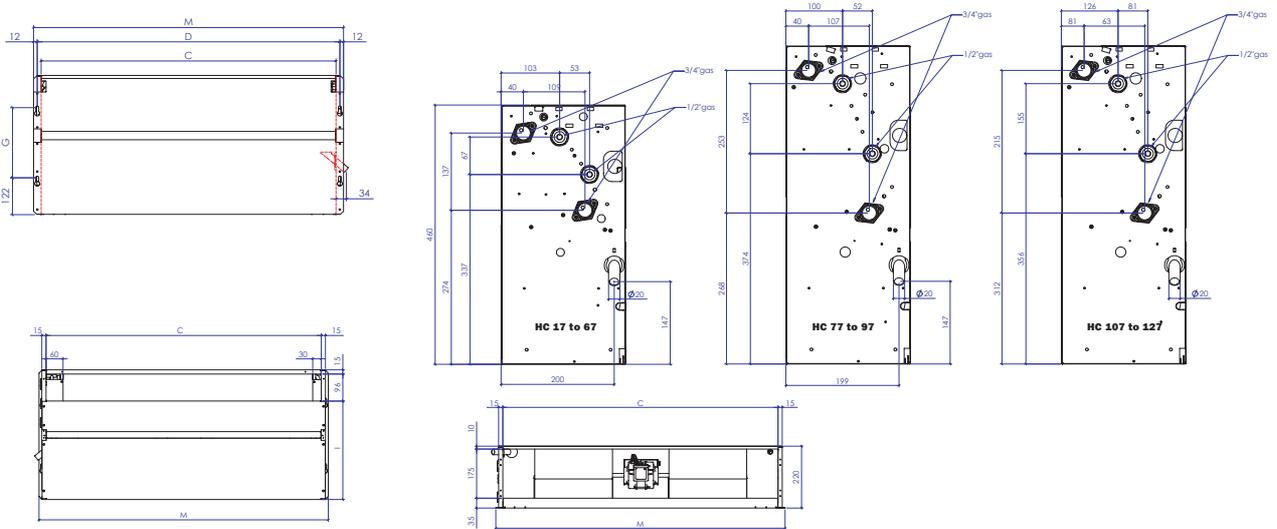
Model number	HC 12	HC 22	HC 32 and HC 42	HC 52 and HC 62
M	420	620	820	1 020
D	395	595	795	995
C	370	570	770	970
F	76	76	76	76
K	134	134	134	134
G	233	233	233	233

Model number	HC 72	HC 82 and HC 92	HC 102	HC 112 and HC 122
M	1 020	1 220	1 380	1 680
D	995	1 195	1 355	1 655
C	970	1 170	1 330	1 630
F	90,5	90,5	106	106
K	119	119	140	140
G	253	253	260	260

HC 12 to HC 122

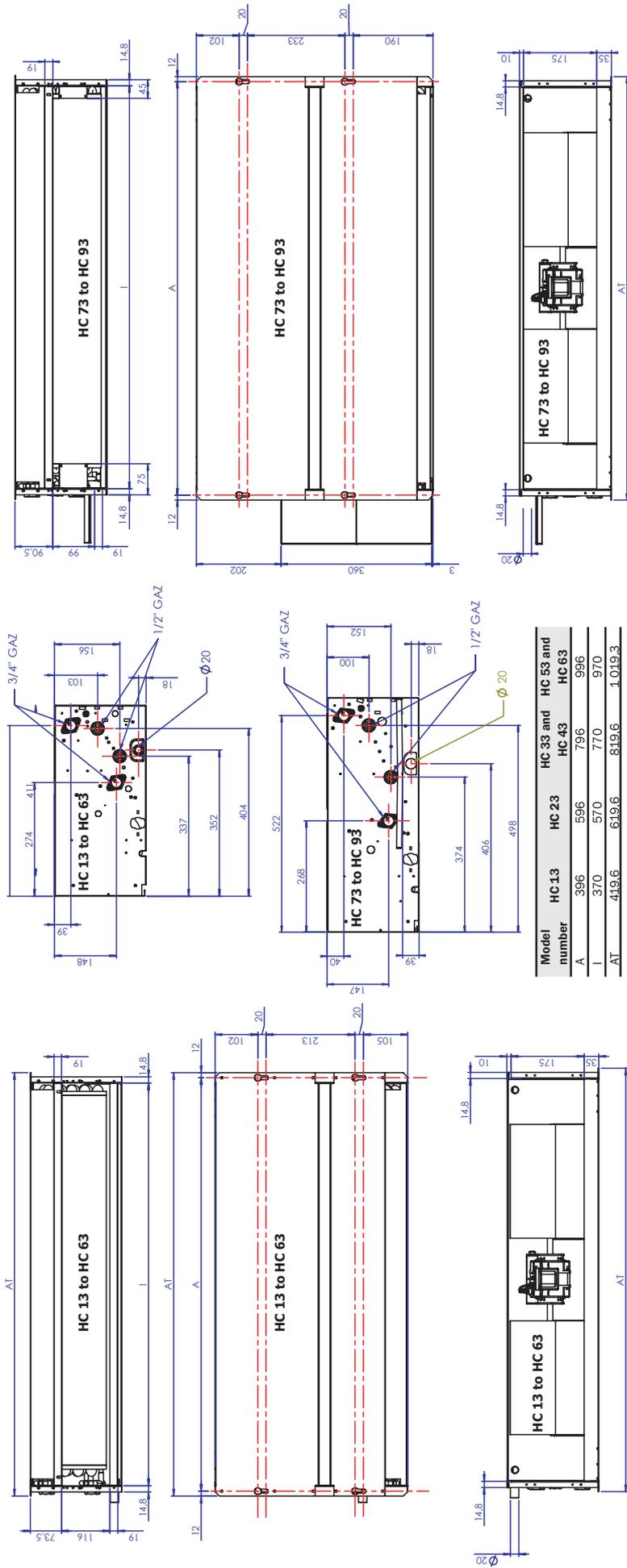


HC 17 to HC 127

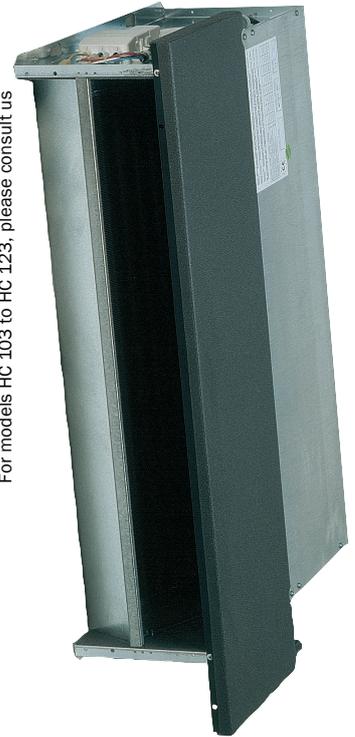


Model number	HC 17	HC 27	HC 37 and HC 47	HC 57 and HC 67	HC 77	HC 87 and HC 97	HC 107	HC 117 and HC 127
M	420	620	820	1 020	1 020	1 220	1 380	1 680
D	395	595	795	995	995	1 195	1 355	1 655
C	370	570	770	970	970	1 170	1 330	1 630
I	349	349	349	349	456	456	474	474
G	233	233	233	233	253	253	260	260

HC 13 to HC 123



With horizontal auxiliary 1 row coil
For models HC 103 to HC 123, please consult us



TORRES DE
REFRIGERACIÓN
APAREL

SERIE TC
CIRCUITO ABIERTO
VENTILADOR CENTRÍFUGO



INDUMEC

TORRES DE REFRIGERACIÓN "APAREL"



ÍNDICE

1. LA EMPRESA	P. 1
<p>Serie TC: Torres de Circuito Abierto, con ventiladores centrífugos Serie AX: Torres de Circuito Abierto, con ventiladores axiales Serie ACC: Torres de Circuito Cerrado, con ventiladores centrífugos Serie ACH: Torres de Circuito Cerrado, con ventiladores axiales Otros equipos fabricados o distribuidos por INDUMEC, S.L.</p>	
2. SERIE TC. DESCRIPCIÓN GENERAL	P. 2
<p>Torres muy compactas Gran variedad de modelos Diferentes posibilidades de suministro: Montadas, Semimontadas o Desmontadas Fácil mantenimiento. Gran accesibilidad Regulación de las capacidades frigoríficas</p>	
3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES	P. 3
<p>Envolvente del cuerpo de torre Elementos montados en el depósito de agua Relleno Separadores de gotas Ventiladores Motores eléctricos Sistema de distribución de agua Línea de purga Bancada</p>	
4. DIMENSIONES Y PESOS	P. 7
<p>Dimensiones sin caja de atenuación acústica Dimensiones con silenciadores</p>	
5. NIVEL DE PRESIÓN SONORA	P. 16
6. SELECCIÓN. TABLAS DE CAPACIDADES	P. 17
<p>Capacidad de enfriamiento en kW</p>	
7. ACCESORIOS OPCIONALES	P. 22
<p>Silenciadores en aspiración y en impulsión Cajas de atenuación acústica Cámaras de descarga Resistencias eléctricas Termostatos para resistencias y para ventiladores Controladores eléctricos de nivel. Reposición automática Motores de dos velocidades Convertidores de frecuencia Color exterior</p>	
8. EQUIPOS PARA TRATAMIENTO DE AGUA	P. 24
<p>Equipo para tratamiento microbiológico Equipo para tratamiento inhibidor de corrosión y antiincrustante Equipo para purga automática por conductividad</p>	
9. GARANTÍA	P. 25



1. LA EMPRESA

INDUMEC, S.L. es una empresa nacional fabricante de Torres de Refrigeración desde el año 1962. Nuestros equipos son ampliamente reconocidos en el sector mediante la marca **APAREL**. Tenemos implantado un sistema de gestión de calidad según la norma UNE-EN-ISO 9001 con el fin de satisfacer las necesidades de nuestros clientes y asegurar que los productos y servicios suministrados se realizan según las especificaciones, legislación y normas aplicables.

Como consecuencia de la experiencia obtenida y de la investigación, se desarrollan continuas mejoras en las mismas. Seguidamente se detallan las series fabricadas actualmente:

SERIE TC: TORRES DE CIRCUITO ABIERTO, CON VENTILADORES CENTRÍFUGOS

TC-RS	Series en chapa galvanizada con recubrimiento epoxídico.
TC-CGR	Series en chapa galvanizada Z-600 con recubrimiento epoxídico.
TC-PFV	Series en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.
TC-INOX	Series en chapa de acero inoxidable.

SERIE AX: TORRES DE CIRCUITO ABIERTO, CON VENTILADORES AXIALES

AX-RS	Series en chapa galvanizada con recubrimiento epoxídico.
AX-CGR	Series en chapa galvanizada Z-600 con recubrimiento epoxídico.
AX-PFV	Series en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.
AX-INOX	Series en chapa de acero inoxidable.

SERIE ACC: TORRES DE CIRCUITO CERRADO, CON VENTILADORES CENTRÍFUGOS

ACC	Series en chapa galvanizada Z-600 con recubrimiento epoxídico.
ACC-PFV	Series en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.
ACC-INOX	Series en chapa de acero inoxidable.

SERIE ACH: TORRES DE CIRCUITO CERRADO, CON VENTILADORES AXIALES

ACH	Series en chapa galvanizada Z-600 con recubrimiento epoxídico.
ACH-PFV	Series en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.
ACH-INOX	Series en chapa de acero inoxidable.

OTROS EQUIPOS FABRICADOS O DISTRIBUIDOS POR INDUMEC, S.L.

Equipos para tratamiento de agua.

Silenciadores para torres de refrigeración.

Torres de refrigeración especiales, según requerimientos del cliente.

Convertidores de frecuencia.

TORRES DE REFRIGERACIÓN APAREL DE CIRCUITO ABIERTO CON VENTILADOR CENTRÍFUGO



2. SERIE TC. DESCRIPCIÓN GENERAL

En una torre de refrigeración se produce el enfriamiento del agua por transferencia de calor y masa al aire con el cual se pone en contacto en el interior de la torre. Es importante conseguir la mayor superficie de contacto entre el aire y el agua, lo cual se realiza a través del relleno. El agua entra en las torres por la parte superior y se pulveriza uniformemente sobre el relleno mediante los pulverizadores. La transferencia se realiza principalmente por calor latente de cambio de estado de una parte del agua que pasa a la corriente de aire en forma de vapor y, en menor medida, mediante convección entre el agua y el aire debido a la diferencia de temperatura entre ambos fluidos.

Los factores más importantes que influyen en el rendimiento de una torre de refrigeración de tiro mecánico son: superficie de relleno, distribución del agua sobre el mismo, cantidad de aire en circulación y temperatura de termómetro húmedo del aire exterior.

La **Serie TC** está compuesta por torres de refrigeración de circuito abierto, de tiro forzado con ventiladores centrífugos, diseñadas para procesos industriales y para instalaciones de aire acondicionado.

TORRES MUY COMPACTAS

Se trata de torres de reducidas dimensiones, con mínima superficie en planta y baja altura. Su diseño y materiales garantizan un alto rendimiento en la transferencia de calor desde el agua al aire. Disponen de ventiladores centrífugos de alto rendimiento, montados en un solo lado, siendo éste el opuesto al de acometidas, lo cual permite el montaje de estas torres en lugares de espacio reducido.

GRAN VARIEDAD DE MODELOS

INDUMEC, S.L. dispone en esta serie, al igual que en las demás, de una amplísima gama de modelos, que permiten seleccionar en cada caso modelos ajustados a sus necesidades de refrigeración y espacios disponibles. Para una misma potencia frigorífica se pueden seleccionar distintos modelos o combinaciones de modelos con diferentes dimensiones y potencia de motores.

DIFERENTES POSIBILIDADES DE SUMINISTRO: MONTADAS, SEMIMONTADAS O DESMONTADAS

Estas torres se suministran generalmente montadas, evitando de esta forma el ensamblaje de los componentes, pero a petición del cliente se pueden suministrar semimontadas o desmontadas.

El suministro en forma semimontada consiste en suministrar por una parte el cuerpo de torre y por otra parte el conjunto de ventilación, con ensamblaje en obra.

El suministro en forma desmontada, válido únicamente para las torres de fabricación metálica, consiste en suministrar la torre de refrigeración en piezas, con posterior montaje en obra por personal especializado. Esto permite instalar la torre en un lugar difícil o imposible de acceder mediante grúa.

FÁCIL MANTENIMIENTO. GRAN ACCESIBILIDAD

Cada torre dispone de una o varias ventanas de registro situadas próximas a la base, a través de las cuales se tiene acceso a elementos como la válvula de flotador, filtros y drenaje. Permite la entrada de una persona al interior de la torre, si esto fuese necesario.

El acceso al sistema de distribución de agua, material de relleno y separador de gotas se hace por la parte superior, de forma cómoda, debido a la escasa altura de estos modelos.

Los ventiladores son perfectamente accesibles y el tensado o sustitución de correas se hace de forma cómoda, gracias a las mesas soporte de las que disponen los motores.

Se han incorporado fondos inclinados en todos los modelos, para facilitar el vaciado, limpieza y desinfección de la torre.

REGULACIÓN DE LAS CAPACIDADES FRIGORÍFICAS

Cada ventilador dispone de un único rodete y es accionado por un motor independiente. Esto permite en los modelos de dos o más ventiladores un funcionamiento escalonado, ajustado a las necesidades de cada momento, lo cual supone un importante ahorro energético.



3. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

ENVOLVENTE DEL CUERPO DE TORRE

Modelos TC RS

Fabricada con paneles de chapa de acero galvanizada en caliente con revestimiento interno epoxídico bicomponente de 2 capas, con alta resistencia química y especialmente indicado para acero galvanizado. Estas pinturas disponen de homologaciones internacionales para contacto permanente con agua potable. Presenta una superficie lisa que favorece una fácil limpieza y una baja proliferación de bacterias, evitando la adherencia de microorganismos. Sometido a un ensayo de inmersión en agua con 20 ppm de cloro libre durante 2 días (ensayo realizado en el INTA con referencia ØPM/RPT/4300/020/INTA/04) no se observan alteraciones superficiales ni variaciones en la dureza Persoz. Exteriormente se aplica una pintura de poliuretano sobre una imprimación.

La estructura es de perfiles de acero galvanizado en caliente, tornillería zincada y junta de estanqueidad de material esponjoso EPDM. Los paneles superiores se refuerzan con estampación.

Modelos TC CGR

Fabricada con paneles de chapa galvanizada en caliente Z-600 o por inmersión en caliente en baño de zinc después de mecanizar (superior a Z-600). El espesor conseguido de recubrimiento de zinc es superior al de la chapa galvanizada convencional y, por tanto, la protección obtenida contra la corrosión y la vida media es mayor. El resto de características son las mismas que en el modelo anterior.

Modelos TC PFV

Fabricada en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio **laminado sobre molde**, así como la carcasa del ventilador. Con perfiles y soportes interiores revestidos con el propio Poliéster. Tornillería en acero inoxidable.

Modelos TC INOX

En estos modelos los paneles constructivos son de chapa de acero inoxidable. Todos los refuerzos, soportes interiores y la tornillería son también de acero inoxidable. Exteriormente se aplica una pintura de poliuretano sobre una imprimación. La carcasa del ventilador está fabricada en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio laminado sobre molde.

ELEMENTOS MONTADOS EN EL DEPÓSITO DE AGUA

Todos los modelos disponen de los siguientes elementos situados en el depósito de agua:

Salida de agua.

Elemento anticavitación: Para reducir la posibilidad de que la bomba del circuito aspire aire.

Filtros: Fabricados en chapa perforada de acero inoxidable.

Drenaje: Para realizar el vaciado del depósito. Montado en el fondo del depósito.

Rebosadero: Realiza dos funciones, verter agua del depósito cuando el nivel asciende en exceso y verter el agua de purga.

Línea de purga: Comunica el colector de entrada de agua con el rebosadero. Dispone de válvula manual de purga.

Válvula de reposición: Válvula de llenado que mantiene un nivel de agua constante en el depósito.

Registros de inspección: Permiten inspeccionar y extraer los elementos internos así como el acceso de una persona al interior de la torre.



Conexión de tuberías en una torre de refrigeración APAREL modelo TC-430 RS.

RELLENO

El relleno montado en las torres de refrigeración de la Serie TC está fabricado en Polipropileno o PVC. Se trata de bloques formados con láminas onduladas de material, dispuestas de forma sobrepuesta, para conseguir una gran superficie de intercambio térmico entre el agua y el aire.

Tiene la ventaja de no ser afectado por corrosión y de ser muy inalterable.

Como opción se puede montar relleno anti-legionela que impide el crecimiento de la legionela y otras bacterias en su superficie.

También, como opción, se puede utilizar relleno de salpicadura para aguas sucias, siendo necesario consultar en estos casos la selección del modelo debido a que las torres tienen rendimientos diferentes a los dados en las páginas siguientes.

SEPARADORES DE GOTAS

Están fabricados en PVC ó polipropileno con cerco de acero inoxidable. Su diseño permite alcanzar una alta eficacia en la retención y separación de las pequeñas gotas de agua que lleva la corriente de aire de salida, a la que se obliga a realizar cambios bruscos de dirección. Asimismo, consigue que la pérdida de presión que experimenta el aire descargado sea mínima. Son de alta eficiencia, siendo el caudal de agua arrastrado menor del 0,05% del caudal de agua circulante, cumpliendo la legislación vigente.

Son fácilmente desmontables, para permitir la inspección del sistema de distribución de agua.

VENTILADORES

Los ventiladores son de tipo centrífugo, de doble oído de aspiración, con álabes curvados en el sentido de giro, que producen un nivel sonoro considerablemente más bajo que los ventiladores axiales. Están fabricados en chapa de acero galvanizado en caliente, siendo equilibrados estática y dinámicamente a su velocidad de régimen. Están protegidos con una imprimación epoxi y una aplicación de pintura de poliéster en polvo, polimerizada a 200°C. En los modelos TC PFV y TC INOX la envolvente del ventilador se fabrica en poliéster reforzado con fibra de vidrio laminado sobre molde. La tornillería es de acero inoxidable en todos los modelos.

MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos se caracterizan por: conexión trifásica, protección IP 55, clase de aislamiento F y frecuencia 50 Hz. A petición del cliente se pueden instalar motores con otras características diferentes a las estándar o añadir otras como motores antideflagrantes o de dos velocidades.

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Consta de uno o varios colectores generales de PVC de los que parten una red de tubos secundarios de PVC (tubos de riego). En los tubos de riego se montan los pulverizadores adaptados, tanto en su número como en su diámetro, al caudal de agua a circular en cada caso. Los pulverizadores son de tipo centrífugo con autodrenaje y están fabricados en polipropileno.

LÍNEA DE PURGA

La línea (tubería) de purga comunica el colector de entrada de agua a la torre con el rebosadero. Abriendo la válvula de esfera que posee se realiza el vertido de una parte del agua del circuito al sumidero. Esto resulta imprescindible si se desea mantener estabilizada la concentración de sales en el agua. Si queremos evitar hacer esta operación de forma manual ofrecemos la posibilidad de instalar el equipo de purga automática por conductividad. Incluirá una Te para instalar la electroválvula cuando la torre se entregue al cliente con equipo de purga automática por conductividad.

BANCADA

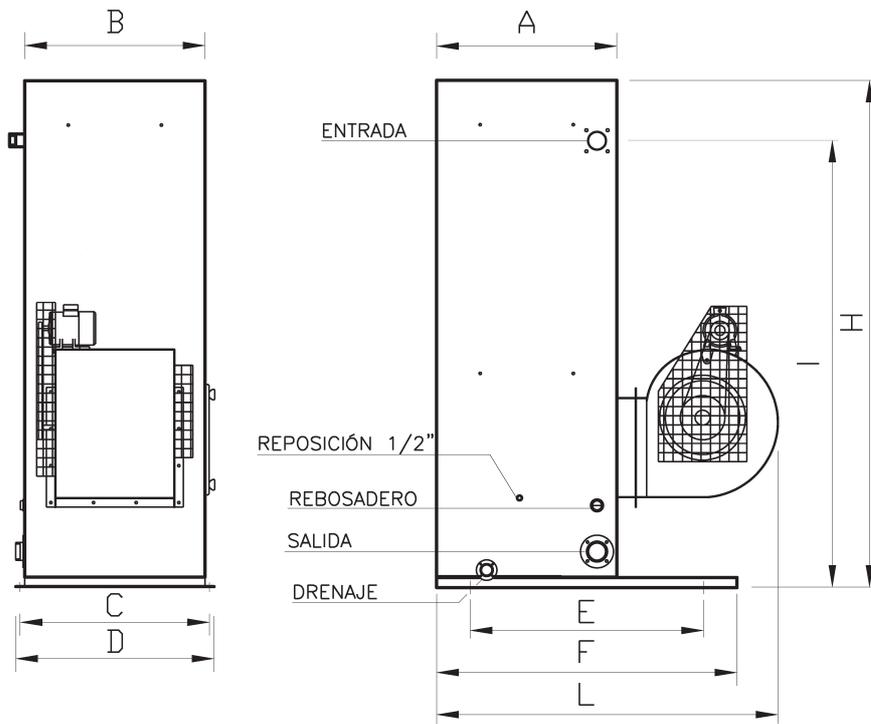
La bancada de una torre de la **Serie TC** está fabricada con perfiles de acero en forma de U, galvanizados por inmersión en caliente después de mecanizar. Estos perfiles disponen de taladros suficientes para la colocación de amortiguadores, si la instalación lo requiere.

Nos reservamos el derecho de modificar las características constructivas y de funcionamiento de los equipos que se detallan en el presente catálogo sin previo aviso, siempre que se juzgue posible mejorar el rendimiento y funcionamiento de los mismos.



4. DIMENSIONES Y PESOS

MODELOS TC-012 ... TC-045



TORRE TIPO	A	B	C	D	E	F	L	H	I	Motor Ventilador	Peso en Vacío	Peso en Carga	Conexiones				Puntos de Apoyo
										kW	kg	kg	Entrada	Salida	Rebosadero	Drenaje	
TC-012	300	450	480	510	400	500	735	1550	1350	0,25	66	91	1 1/4"	1 1/4"	1"	1"	4
TC-012 PFV											59	84					
TC-020	600	600	630	660	800	1000	1145	1400	1200	0,25	116	186	2"	2"	1"	1"	4
TC-020 PFV											103	173					
TC-021	600	600	630	660	800	1000	1145	1400	1200	0,37	118	188	2"	2"	1"	1"	4
TC-021 PFV											105	175					
TC-022	600	600	630	660	800	1000	1145	1700	1500	0,37	132	207	2"	2"	1"	1"	4
TC-022 PFV											118	193					
TC-023	600	600	630	660	800	1000	1145	1700	1500	0,55	135	210	2"	2"	1"	1"	4
TC-023 PFV											121	196					
TC-024	600	600	630	660	800	1000	1145	1700	1500	0,75	138	213	2"	2"	1"	1"	4
TC-024 PFV											123	198					
TC-030	600	900	930	960	800	1000	1225	1445	1245	0,75	173	283	2"	2"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-030 PFV											155	265					
TC-031	600	900	930	960	800	1000	1225	1745	1545	0,75	197	307	2"	2"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-031 PFV											176	286					
TC-032	600	900	930	960	800	1000	1225	1745	1545	1,1	200	310	2"	2"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-032 PFV											179	289					
TC-035	600	900	930	960	800	1000	1225	2045	1845	1,5	226	336	2"	2"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-035 PFV											202	312					
TC-040	900	900	930	960	1100	1300	1525	1445	1245	2,2	221	431	3"	3"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-040 PFV											198	408					
TC-041	900	900	930	960	1100	1300	1525	1745	1545	1,5	243	453	3"	3"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-041 PFV											218	428					
TC-042	900	900	930	960	1100	1300	1525	1745	1545	2,2	249	459	3"	3"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-042 PFV											222	432					
TC-043	900	900	930	960	1100	1300	1525	1745	1545	3	252	462	3"	3"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-043 PFV											225	435					
TC-045	900	900	930	960	1100	1300	1525	2045	1845	3	281	491	3"	3"	1 1/2"	1 1/4"	4
TC-045 PFV											251	461					



5. NIVEL DE PRESIÓN SONORA

Niveles de presión sonora en dB(A) de las torres de refrigeración APAREL serie TC sin caja de atenuación acústica y con caja de atenuación acústica a una distancia de 5 m en campo abierto (± 2 dB(A)).

	SIN CAJA	CON CAJA
TC-012	48	44
TC-020	45	41
TC-021	48	44
TC-022	48	44
TC-023	50	46
TC-024	53	49
TC-030	52	48
TC-031	51	47
TC-032	54	50
TC-035	55	51
TC-040	61	57
TC-041	57	53
TC-042	59	55
TC-043	62	58
TC-045	62	58
TC-100	59	54
TC-101	61	56
TC-102	64	59
TC-105	64	59
TC-110	64	59
TC-111	63	58
TC-112	67	62
TC-115	67	62
TC-116	70	65
TC-120	54	49
TC-121	54	49
TC-122	57	52
TC-125	57	52
TC-126	60	55
TC-130	57	52
TC-131	60	55
TC-134	57	52
TC-135	60	55
TC-136	63	58
TC-140	64	58
TC-141	64	58
TC-142	66	60
TC-144	64	58

	SIN CAJA	CON CAJA
TC-145	67	61
TC-146	68	62
TC-150	70	64
TC-151	70	64
TC-152	72	66
TC-154	66	60
TC-155	70	64
TC-156	71	65
TC-161	71	65
TC-165	72	66
TC-210	67	62
TC-211	66	61
TC-212	70	65
TC-215	70	65
TC-216	73	68
TC-220	57	52
TC-221	57	52
TC-222	60	55
TC-225	60	55
TC-226	63	58
TC-230	60	55
TC-231	63	58
TC-234	60	55
TC-235	63	58
TC-236	66	61
TC-240	67	61
TC-241	67	61
TC-242	69	63
TC-244	67	61
TC-245	70	64
TC-246	71	65
TC-250	73	67
TC-251	73	67
TC-252	75	69
TC-254	69	63
TC-255	73	67
TC-256	74	68
TC-261	74	68

	SIN CAJA	CON CAJA
TC-265	75	69
TC-420	60	55
TC-421	60	55
TC-422	63	58
TC-425	63	58
TC-426	66	61
TC-430	63	58
TC-431	66	61
TC-434	63	58
TC-435	66	61
TC-436	69	64
TC-440	70	64
TC-441	70	64
TC-442	72	66
TC-444	70	64
TC-445	73	67
TC-446	74	68
TC-450	76	70
TC-451	76	70
TC-452	78	72
TC-454	72	66
TC-455	76	70
TC-456	77	71
TC-461	77	71
TC-465	78	72
TC-620	62	57
TC-621	62	57
TC-622	65	60
TC-625	65	60
TC-626	68	63
TC-630	65	60
TC-631	68	63
TC-634	65	60
TC-635	68	63
TC-636	71	66
TC-640	72	66
TC-641	72	66
TC-642	74	68

	SIN CAJA	CON CAJA
TC-644	72	66
TC-645	75	69
TC-646	76	70
TC-650	78	72
TC-651	78	72
TC-652	80	74
TC-654	74	68
TC-655	78	72
TC-656	79	73
TC-661	79	73
TC-665	80	74
TC-820	63	58
TC-821	63	58
TC-822	66	61
TC-825	66	61
TC-826	69	64
TC-830	66	61
TC-831	69	64
TC-834	66	61
TC-835	69	64
TC-836	72	67
TC-840	73	67
TC-841	73	67
TC-842	75	69
TC-844	73	67
TC-845	76	70
TC-846	77	71
TC-850	79	73
TC-851	79	73
TC-852	81	75
TC-854	75	69
TC-855	79	73
TC-856	80	74
TC-861	80	74
TC-865	81	75



6. SELECCIÓN. TABLAS DE CAPACIDADES

La selección de una torre de refrigeración se realiza a través de las tablas que se muestran a continuación, disponiendo de los siguientes datos:

Calor a disipar:

$$\text{Calor a disipar (kW)} = 4,186 \times Q \times (T2 - T1) / 3600$$

$$\text{Calor a disipar (kcal / hora)} = Q \times (T2 - T1)$$

Q = Caudal de agua en circulación (litros / hora)

T2 = Temperatura del agua de entrada en °C.

T1 = Temperatura del agua de salida en °C una vez enfriada. Debe ser como mínimo 2°C superior a la del termómetro húmedo del lugar de la instalación.

Rogamos nos consulten cualquier caso no recogido en las tablas adjuntas, o caso especial, y les facilitaremos la solución adecuada.

NOTA: La pérdida de carga en la entrada de agua es de 35 kPa.



Conjunto de torres de refrigeración APAREL: cuatro del modelo TC-430 RS y una TC-450 RS.



Detalle de la conexión entre balsas.

CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO EN KW

TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO EN °C	22			23			24		
	34,5-29	33,5-28	31,5-26	35,5-30	34,5-29	33,5-28	35,5-30	34,5-29	33,5-28
TC-012	30	26	19	32	28	24	29	25	21
TC-020	44	37	25	46	39	33	42	34	28
TC-021	51	44	29	54	46	38	49	40	33
TC-022	59	51	36	62	54	46	56	48	40
TC-023	68	59	42	71	62	53	65	56	47
TC-024	76	66	47	80	70	59	73	62	52
TC-030	86	73	49	91	77	64	82	68	55
TC-031	103	89	64	108	94	80	98	84	70
TC-032	116	101	72	122	106	91	111	95	80
TC-035	124	109	81	120	114	100	120	104	89
TC-040	135	115	77	143	121	101	128	107	86
TC-041	145	126	90	152	132	113	139	119	99
TC-042	154	134	95	162	140	120	148	126	106
TC-043	175	152	108	184	160	136	168	144	120
TC-045	187	165	123	181	172	150	181	157	134
TC-100	159	134	90	168	142	118	151	125	101
TC-101	219	190	136	230	200	171	210	179	150
TC-102	234	203	145	246	213	182	224	192	160
TC-105	250	220	164	241	230	200	241	210	179
TC-110	210	178	119	222	188	156	199	165	133
TC-111	258	224	160	271	235	201	248	212	177
TC-112	281	244	174	295	256	219	269	230	192
TC-115	300	264	197	314	276	240	289	252	215
TC-116	334	294	219	322	308	268	322	280	240
TC-120	284	240	160	300	254	211	269	223	180
TC-121	332	288	206	349	303	259	319	273	228
TC-122	371	322	230	390	339	289	356	304	254
TC-125	375	331	246	393	346	301	362	315	270
TC-126	418	368	274	402	385	335	403	351	300
TC-130	333	282	188	352	298	247	315	262	211
TC-131	440	382	272	462	401	343	422	361	302
TC-134	413	364	271	433	381	332	399	347	297
TC-135	459	405	301	481	423	368	443	386	330
TC-136	501	442	329	483	462	402	484	421	360
TC-140	436	369	246	461	390	324	413	343	276
TC-141	546	474	338	574	498	426	524	448	374
TC-142	586	509	363	616	535	457	563	481	402
TC-144	565	498	371	592	522	454	546	475	406
TC-145	627	552	411	644	578	503	605	526	450
TC-146	667	588	437	644	615	535	644	560	479
TC-150	560	475	317	593	502	417	531	441	356
TC-151	724	629	449	761	661	565	695	594	496
TC-152	781	678	484	821	713	609	750	641	536
TC-154	647	570	424	677	597	519	625	544	465
TC-155	741	653	486	776	684	595	716	623	532
TC-156	814	717	534	805	750	653	786	683	584
TC-161	799	694	495	840	730	623	767	656	548
TC-165	854	753	560	894	788	685	825	717	613
TC-210	420	356	238	444	377	312	399	331	267
TC-211	516	448	320	542	471	402	495	423	354
TC-212	561	487	348	589	512	438	539	460	385
TC-215	599	528	393	627	553	481	579	504	430
TC-216	667	588	438	644	615	535	644	560	479
TC-220	567	481	321	600	508	422	538	447	360
TC-221	664	577	412	698	606	518	638	545	456
TC-222	742	644	460	780	677	579	712	609	509
TC-225	751	662	492	786	692	602	725	631	539
TC-226	835	736	548	804	770	670	807	702	600
TC-230	665	564	376	704	596	495	631	524	422
TC-231	879	764	545	924	803	686	844	721	603
TC-234	827	729	542	865	763	663	798	694	594
TC-235	918	809	602	961	847	737	887	771	659
TC-236	1.002	883	657	966	924	804	968	842	720
TC-240	871	738	492	921	780	647	826	686	553
TC-241	1.092	948	677	1.147	997	852	1.048	896	749
TC-242	1.172	1.018	727	1.232	1.070	915	1.126	962	804
TC-244	1.131	997	742	1.184	1.043	908	1.092	950	812
TC-245	1.253	1.104	822	1.288	1.156	1.005	1.210	1.052	900
TC-246	1.334	1.176	875	1.288	1.231	1.071	1.288	1.121	958



7. ACCESORIOS OPCIONALES

Silenciadores en aspiración y en impulsión

Pueden ser de dos tipos:

- En **Aspiración**: Son colocados junto con la caja acústica en la parte posterior del ventilador.
- En **Impulsión**: Son colocados en la parte superior de la torre, a la vez que reducen el nivel de presión sonora en la impulsión de la torre sirven como cámara de descarga.

Los silenciadores están fabricados en chapa galvanizada en caliente, con gruesos paneles de material absorbente en fibra inorgánica no hidrófilo con una densidad nominal de 70 Kg/m^3 y clasificado como **incombustible clase A-1** según las euroclases. Disponen a su vez de amplias ventanas de registro para poder realizar las correspondientes inspecciones y acciones de mantenimiento. En estos casos hay que considerar si es necesario incrementar la potencia de los motores indicada en el catálogo, debido al aumento de la pérdida de carga.



*Torre de refrigeración APAREL
modelo TC-265 INOX con silenciadores en aspiración e impulsión.*



*Torre de refrigeración APAREL
modelo TC-265 RS con silenciador
en aspiración.*



*Conjunto de 3 torres de refrigeración APAREL
modelo TC-151 RS con silenciadores en aspiración.*

Cajas de atenuación acústica

Consistente en un cerramiento de los ventiladores fabricado en chapa galvanizada en caliente y forrado con material de alta absorción acústica. La entrada de aire está provista de una rejilla. Se podrá añadir a una torre ya instalada en el caso que se hubiese optado en el momento de la fabricación por no incorporarla.



*Torre de refrigeración APAREL
modelo TC-122 RS C/A (con Caja
de atenuación Acústica).*

Cámaras de descarga

Se trata de conductos para acoplar a la parte superior de la torre, con el fin de realizar la descarga del aire saturado de humedad en cotas superiores a la establecida por la misma. En estos casos, debido al aumento de la pérdida de carga hay que considerar si es necesario incrementar la potencia de los motores indicada en el catálogo.

Resistencias eléctricas

Empleadas para evitar la congelación del agua en los depósitos durante los días fríos de invierno. Se accionan a través de un termostato fijando el valor mínimo de temperatura en 4°C.

Termostatos para resistencias y para ventiladores

Los termostatos para resistencias permiten controlar la temperatura del agua en los depósitos, accionando las resistencias.

Los termostatos para ventiladores permiten controlar el consumo de energía eléctrica, conectando y desconectando los motores de los ventiladores según las necesidades de enfriamiento del agua.

Controladores eléctricos de nivel. Reposición automática

Detectan las variaciones de nivel en los depósitos y accionan electroválvulas de llenado.

Motores de dos velocidades

Empleados para controlar el consumo de energía eléctrica, ajustando las revoluciones de los motores a las necesidades puntuales de enfriamiento del agua.

Convertidores de frecuencia

A diferencia de los motores de dos velocidades, los convertidores de frecuencia permiten optimizar el consumo eléctrico ajustando la velocidad del motor a la demanda real de la instalación en todo momento. Va unido a una sonda de temperatura y a un convertidor de señal.

La instalación de este dispositivo presenta algunas ventajas:

- Disminuye drásticamente el número de arranques pues trabaja la mayor parte del tiempo a carga parcial. Se encarga también de realizar arranques suaves. Todo ello aumenta la durabilidad de los componentes mecánicos.
- Menor consumo eléctrico.

- El tiempo que la torre de refrigeración trabaja a plena carga es mínimo por lo que se produce una reducción del nivel de presión sonora en la mayor parte de su funcionamiento, que será especialmente significativo para termómetros húmedos bajos que aparecerán durante la noche y en el invierno.

Color exterior

Cuando las necesidades estéticas del edificio donde se instala la torre lo requiera, es posible adaptar el color exterior de la torre a las especificaciones de la serie RAL solicitadas, tanto para torres realizadas con envoltorio del cuerpo de torre metálica como de poliéster reforzado con fibra de vidrio.



8. EQUIPOS PARA TRATAMIENTO DE AGUA

El agua contiene sales en mayor o menor medida. Durante el proceso de funcionamiento normal de la torre se produce evaporación de agua, lo cual provoca un aumento continuo de la concentración de sales. Para mantener estos valores en niveles adecuados debemos realizar una purga de agua de forma manual o automática.

Por tanto, la evaporación de agua y la purga provocan un consumo de agua, a los que debemos añadir el arrastre de gotas provocado por el caudal de aire.

Podemos calcular el consumo de agua mediante las siguientes expresiones:

Caudal de agua evaporada (Q_{evap}):

$$Q_{evap} \text{ (litros/hora)} = \frac{\text{Calor a disipar (kcal/hora)}}{560}$$

Pérdida por arrastre de gotas (Q_{arr}):

$$Q_{arr} \text{ (litros/hora)} = \text{Caudal de agua en circulación (litros/hora)} \times 0,0001$$

Caudal de purga (Q_{pur}):

$$Q_{pur} \text{ (litros/hora)} = \frac{Q_{evap}}{N-1} \text{ siendo } N = \frac{\text{Concentración de sales deseada}}{\text{Concentración de sales de agua de aporte}}$$

Por tanto el consumo total de agua (Q_{total}) es:

$$Q_{total} \text{ (litros/hora)} = Q_{evap} + Q_{arr} + Q_{pur}$$

Los equipos comúnmente suministrados son:

Equipo para tratamiento microbiológico

Compuesto de una bomba dosificadora de producto biocida, con caudal constante regulable y un depósito de polietileno para contener producto. El equipo se completa con un programador horario-semanario para activación automática de la bomba dosificadora. La legislación actual obliga a instalar un equipo de tratamiento biocida en las torres de refrigeración.

Equipo para tratamiento inhibidor de corrosión y antiincrustante

Compuesto de una bomba dosificadora de producto inhibidor de corrosión y antiincrustante, con caudal proporcional, un depósito de polietileno para contener el producto y un contador emisor de impulsos electromagnéticos. Cuando el contenido de sales es muy elevado, aún realizando una purga continuada, el agua debe ser tratada para evitar la formación de incrustaciones. La cantidad de producto que la bomba dosifica es proporcional al caudal de reposición según le indica el contador.

Equipo para purga automática por conductividad

Compuesto por un conductivímetro digital con sonda de conductividad y una electroválvula. El conductivímetro con sonda mide el valor de la conductividad y actúa sobre la electroválvula de purga, abriéndola o cerrándola, según los valores de conductividad máximos. El sistema de purga se debe automatizar en función a la conductividad máxima permitida en el sistema indicado en el programa de tratamientos de agua, de tal forma que no se produzcan fenómenos de incrustación y/o corrosión.

Los equipos serán suministrados en un cuadro eléctrico en función de sus necesidades con todos los elementos instalados en el mismo, el único paso a realizar es llevar una toma de corriente al cuadro y realizar las conexiones hidráulicas de los diferentes elementos.

En los tratamientos químicos evitar el uso de productos agresivos con el acero galvanizado o con el acero inoxidable.



Equipo biocida de tratamiento de agua



Equipo completo de tratamiento de agua:
- Biocida
- Inhibidor de corrosión y antiincrustante
- Purga automática por conductividad



9. GARANTÍA

Todos los elementos de la torre tienen una garantía de un año a partir de la fecha de suministro, siempre y cuando los desperfectos no sean motivados por un empleo indebido de la torre o por un incorrecto mantenimiento.

El periodo de garantía comienza a partir de la fecha de suministro y facturación de la torre. El tiempo transcurrido desde la fecha de suministro hasta la puesta en marcha de la torre de refrigeración se incluye dentro del periodo de garantía, debido a que en este tiempo la torre (estando montada o desmontada) puede experimentar un deterioro mayor que si estuviese en actividad.



El primer paso de este trabajo técnico ha sido la definición de los elementos de la envolvente térmica de un edificio residencial situado en Cádiz (36°31'43.4"N 6°18'10.5"W). El diseño de la envolvente ha permitido calcular la demanda energética del edificio necesaria para proporcionar unas condiciones de temperatura adecuadas, mediante el programa informático CYPECAD MEP. Dicha demanda ha supuesto 11,1 kWh/m²-año de calefacción y 10,1 kWh/m²-año de refrigeración (para una superficie útil de 397,26 m²). Se obtuvieron las potencias máximas simultáneas de climatización del edificio, 17,11 kW para calefacción y 18,5 kW para refrigeración. A partir de estos datos, se eligieron los equipos idóneos para satisfacer las necesidades térmicas. En una primera opción se utilizaron sistemas tradicionales basados en energías no renovables. El sistema de calefacción se realizó mediante la instalación de una caldera de gas natural Wolf CGB-2-de 20,4 kW y la refrigeración mediante equipos de aire acondicionado multi-split Mitsubishi MXZ y MSZ de 1 a 10,7 kW. El sistema de climatización se ha realizado siguiendo la normativa *CTE DB HE-2 - Rendimiento de las instalaciones térmicas*. En una segunda opción basada en el uso de energías renovables, se diseñó una instalación con una caldera de biomasa Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60 45, con una potencia térmica modulante 13-45 kW acoplada a un sistema de refrigeración por adsorción con gel de silicio-agua Fahrenheit eCoo 20 de 33,4 kW de potencia. Para el funcionamiento del sistema de refrigeración es necesario el uso de una torre refrigeración APAREL TC-021 PFV de 49 kW y de intercambiadores agua-aire colocados en el interior de las viviendas, utilizando fancoils LENNOX Comfair HC de 0,57 a 2,27 kW de potencia. Las emisiones de CO₂ y la certificación energética se calcularon mediante la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC). El uso de la caldera de biomasa para calefacción y del sistema de refrigeración por adsorción, permiten reducir las emisiones anuales de CO₂ en un 52,7% con respecto a la caldera de gas natural y sistema de aire acondicionado por compresión (pasando de 2870,1 kgCO₂/año a 1355,8 kgCO₂/año). El edificio con climatización con energías tradicionales obtuvo una clasificación de Eficiencia Energética B, mientras que en el segundo escenario con energías renovables la calificación fue clase A.

The first step of this technical work was the definition of the elements of the thermal envelope of a residential building located in Cádiz (36°31'43.4"N 6°18'10.5"W). The design of the envelope made it possible to calculate the energy demand of the building necessary to provide adequate temperature conditions, using the software CYPECAD MEP. This demand meant 11.1 kWh/m²-year of heating and 10.1 kWh/m²-year of cooling (for a surface of 397,26 m²). The maximum simultaneous air conditioning power of the building was obtained, 17.11 kW for heating and 18.5 kW for cooling. Based on these data, the ideal equipment was chosen to satisfy the thermal needs. A first option used traditional systems based on non-renewable energy. The heating system was carried out by installing a natural gas boiler Wolf CGB-2-de 20,4 kW and cooling by multi-split air conditioning equipment Mitsubishi MXZ and MSZ of 1 - 10,7 kW. The air conditioning system was made following the *CTE DB HE-2 - Efficiency of thermic equipment* regulations. In a second option based on the use of renewable energies, an installation was designed with a Herz Pelletstar CONDENSATION 10-60 45 biomass boiler, with a modulating thermal power of 13-45 kW coupled to an adsorption cooling system with silica gel-water Fahrenheit eCoo 20 of 33.4 kW power. For the operation of the cooling system, it is necessary to use an APAREL TC-021 PFV cooling tower of 49 kW and water-to-air exchangers placed inside the houses, using LENNOX Comfair HC fancoils from 0.57 to 2.27 kW of power. CO₂ emissions and energy certification were calculated using the Unified LEADER/CALENER Tool (HULC). The use of the biomass boiler for heating and the adsorption cooling system, allow to reduce the annual emissions of CO₂ by 52,7% with respect to the natural gas boiler and compression air conditioning system (from 2870,1 kgCO₂/ year to 1355,8 kgCO₂/ year). The building with traditional energy air conditioning has obtained an Energy Efficiency B rating, while in the second scenario the result was more favorable, Class A.