



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**ANÁLISIS DE LAS REPERCUSIONES
ENERGÉTICAS DEL CAMBIO DE
APLICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO
DE AHORRO DE ENERGÍA DEL 2013 FRENTE
AL 2019 EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

AUTOR: DANIEL PERIS DE LA HOZ

TUTOR: JOSE MANUEL PINAZO OJER

Curso Académico: 2019-20

RESUMEN

El objetivo de este proyecto consiste en un estudio comparativo, relativo al consumo y a la demanda energética, entre el Documento Básico de Ahorro de Energía del 2013 frente al de 2019. Para realizar dicho estudio, se ha elegido una vivienda unifamiliar ubicada en dos zonas distintas. En una de ellas predominará la severidad climática de verano, y en la otra la de invierno.

El programa empleado para la simulación del edificio es la Herramienta Unificada Líder-Calener, ya que permite obtener la calificación energética de la vivienda junto a la verificación del cumplimiento de diversas exigencias básicas de ahorro de energía.

Una vez obtenido los datos se procederá a realizar un análisis detallado, modificando los factores más relevantes para conseguir una mejor eficiencia energética y cumplir con las exigencias de los requisitos básicos de ahorro de energía.

Para finalizar, se hará un estudio comparativo de los resultados obtenidos según las limitaciones de los dos DB-HE y determinar el porcentaje de ahorro energético que supone este nuevo decreto.

Palabras clave: Repercusiones energéticas, consumo y demanda energética, porcentaje de ahorro energético

RESUM

L'objectiu d'aquest projecte consisteix en un estudi comparatiu, relatiu al consum i a la demanda energètica, entre el Documento Básico de Ahorro de Energía del 2013 enfront del de 2019. Per a realitzar l'estudi esmentat, s'ha triat una vivenda unifamiliar ubicada en dues zones distintes. En una d'elles predominarà la severitat climàtica d'estiu, i en l'altra la d'hivern.

El programa empleat per a la simulació de l'edifici és la Herramienta Unificada Líder- Calener, ja que permet obtindre la qualificació energètica de la vivenda junt amb la verificació del compliment de diverses exigències bàsiques d'estalvi d'energia.

Una vegada obtingut les dades es procedirà a realitzar una anàlisi detallat, modificant els factors més rellevants per a aconseguir una millor eficiència energètica i complir amb les exigències dels requisits bàsics d'estalvi d'energia.

Per a finalitzar, es farà un estudi comparatiu dels resultats obtinguts segons les limitacions dels dos DB-HE i determinar el percentatge d'estalvi energètic que suposa este nou decret.

Paraules clau: Repercussions energètiques, consum i demanda energètica, percentatge d'estalvi energètic

ABSTRACT

The objective of this project consists of a comparative study, relative to consumption and energy demand, between the Documento Básico de Ahorro de Energía of 2013 compared to that of 2019. To carry out this study, we have chosen a single-family home located in two different areas. In one of them the summer climate severity will predominate, and in the other the winter one.

The program used for the simulation of the building is the Herramienta Unificada Líder-Calener, since it allows to obtain the energy rating of the house together with the verification of compliance with various basic energy saving requirements.

Once the data is obtained, a detailed analysis will be carried out, modifying the most relevant factors to achieve better energy efficiency and meet the requirements of the basic energy saving requirements.

Finally, a comparative study of the results obtained will be made according to the limitations of the two DB-HE and determine the percentage of energy savings that this new decree represents.

Key words: Energy repercussions, energy consumption and demand, percentage of energy saving

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL PROYECTO

- Memoria
- Presupuestos
- Anexo I: Resultados CLIMA
- Anexo II: Resultados HULC

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objeto del proyecto	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Motivación.....	2
2. NORMATIVA	3
2.1 Normativa para edificios de consumo de energía casi nulo en España	3
2.2 Normativa del Documento Básico de ahorro de energía del 2013	4
2.3 Normativa del Documento Básico de ahorro de energía del 2019	7
3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	12
3.1 Metodología del trabajo.....	12
3.2 Descripción de la vivienda objeto	12
3.3 HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER	18
3.4 Herramienta CLIMA.....	23
4. DISEÑO DE LA VIVIENDA Y SISTEMAS	24
4.1 Elementos comunes	24
4.2 Diseño vivienda según cumplimiento del DB HE de 2013.....	30
4.2.1 Vivienda ubicada en Sevilla	30
4.2.2 Vivienda ubicada en Valladolid	41
4.3 Diseño vivienda según cumplimiento del DB HE de 2019.....	48
4.3.1 Vivienda ubicada en Sevilla	48
4.3.2 Vivienda ubicada en Valladolid.	51
5. CONCLUSIONES	54
6. BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE LOS PRESUPUESTOS

1. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE SEVILLA SEGÚN DB HE 2013	58
2. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE VALLADOLID SEGÚN DB HE 2013.....	59
3. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE SEVILLA SEGÚN DB HE 2019	60
4. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE VALLADOLID SEGÚN DB HE 2019.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuente [1]. Cambio en la temperatura media en superficie.	1
Figura 2. Fuente [2]. Emisiones antropogénicas totales de gases de efecto invernadero.....	2
Figura 3. Fuente [7]. Mapa de situación de la localidad, Bormujos en Andalucía y la provincia de Sevilla.....	13
Figura 4. Fuente [8]. Mapa de situación de la parcela catastral en la provincia de Bormujos.	13
Figura 5. Fuente [9]. Mapa de situación de la localidad, Arroyo de la Encomienda en Castilla y León y la provincia de Valladolid.....	14
Figura 6. Fuente [8]. Mapa de situación de la parcela catastral en la provincia de Arroyo de la Encomienda.....	14
Figura 7. Elaboración propia. Plano de distribución del sótano de la vivienda.	16
Figura 8. Elaboración propia. Plano de distribución de la planta baja de la vivienda.....	17
Figura 9. Elaboración propia. Plano de distribución de la planta primera de la vivienda.....	18
Figura 10. Elaboración propia. Datos generales de HULC.....	19
Figura 11. Elaboración propia. Base de datos y diseño de la vivienda de HULC.....	19
Figura 12. Elaboración propia. Verificación de los requisitos mínimos del DB-HE1 de HULC.....	20
Figura 13. Elaboración propia. Definición de sistemas de HULC.....	21
Figura 14. Elaboración propia. Verificación de las exigencias HE0, HE4 y HE5 del DB-HE de HULC.	22
Figura 15. Elaboración propia. Resultados de la certificación energética de HULC.....	22
Figura 16. Elaboración propia. Interfaz de cargas térmicas de CLIMA.....	23
Figura 17. Fuente [10]. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $m^2 \cdot k/W$	25
Figura 18. Elaboración propia. Comparativa entre la reducción de la demanda energética frente a reducción de la transmitancia, en Sevilla.....	31
Figura 19. Elaboración propia. Comparativa ente la reducción de la demanda energética frente al aumento del aislamiento de los cerramientos de la envolvente térmica, en Sevilla.	32

Figura 20. Fuente [11]. Mapa de las distintas zonas climáticas en España.....	39
Figura 21. Elaboración propia. Comparativa entre la reducción de la demanda energética frente a reducción de la transmitancia, en Valladolid.....	42
Figura 22. Elaboración propia. Comparativa entre la reducción de la demanda energética frente al aumento del aislamiento de los cerramientos de la envolvente térmica, en Valladolid.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elaboración propia basada en [4]. Comparación estructura DB-HE.....	4
Tabla 2. Elaboración propia basada en [5]. Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético.	5
Tabla 3. Elaboración propia basada en [5]. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción.....	5
Tabla 4. Elaboración propia basada en [5]. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica.	6
Tabla 5. Elaboración propia basada en [5]. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en W/m ² K.....	6
Tabla 6. Elaboración propia basada en [5]. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m ² K.....	6
Tabla 7. Elaboración propia basada en [5]. Contribución solar mínima anual para ACS en %.	6
Tabla 8. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [kW*h/m ² *año] para uso residencial privado.....	7
Tabla 9. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW*h/m ² *año] para uso residencial privado.....	7
Tabla 10. Elaboración propia basada en [6]. Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m ² K]....	7
Tabla 11. Elaboración propia basada en [6]. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, U_{lim} [W/m ² K].	8
Tabla 12. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite K_{lim} [W/m ² K] para uso residencial privado....	8
Tabla 13. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite del parámetro de control solar, $q_{sol,jul,lim}$ [kWh/m ² *mes].	9
Tabla 14. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica, $Q_{100,lim}$ [m ³ /h*m ²].	10
Tabla 15. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa, n_{50} [h ⁻¹].	10
Tabla 16. Elaboración propia basada en [6]. Contribución renovable mínima anual para ACS en %... ..	11
Tabla 17. Elaboración propia. Coordenadas de la ubicación de la vivienda.	12

Tabla 18. Elaboración propia. Superficie construida de la vivienda.....	15
Tabla 19. Elaboración propia. Superficie útil de la vivienda.	15
Tabla 20. Elaboración propia. Distribución superficie útil de la planta sótano.....	15
Tabla 21. Elaboración propia. Distribución superficie útil de la planta baja.....	16
Tabla 22. Elaboración propia. Distribución superficie útil de la planta primera.....	17
Tabla 23. Elaboración propia. Composición de la cubierta de la vivienda objeto.	25
Tabla 24. Elaboración propia. Transmitancia térmica de la cubierta de la vivienda objeto.	25
Tabla 25. Elaboración propia. Composición del muro exterior de la vivienda objeto.	26
Tabla 26. Elaboración propia. Transmitancia térmica del muro exterior de la vivienda objeto.....	26
Tabla 27. Elaboración propia. Composición del muro terreno de la vivienda objeto.....	27
Tabla 28. Elaboración propia. Transmitancia térmica del muro terreno de la vivienda objeto.	27
Tabla 29. Elaboración propia. Composición del forjado terreno de la vivienda objeto.....	27
Tabla 30. Elaboración propia. Transmitancia térmica del forjado terreno de la vivienda objeto.	27
Tabla 31. Elaboración propia. Composición del forjado interior de la vivienda objeto.....	28
Tabla 32. Elaboración propia. Transmitancia térmica del forjado interior de la vivienda objeto.....	28
Tabla 33. Elaboración propia. Composición de las particiones interiores de la vivienda objeto.....	28
Tabla 34. Elaboración propia. Transmitancia térmica de las particiones interiores de la vivienda.	28
Tabla 35. Elaboración propia. Transmitancia térmica y permeabilidad de los huecos de la vivienda objeto.	29
Tabla 36. Elaboración propia basada en [11]. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables.	30
Tabla 37. Elaboración propia. Demanda energética total inicial de la vivienda objeto en Sevilla.....	30
Tabla 38. Elaboración propia. Demanda energética límite de la vivienda objeto en Sevilla.	31
Tabla 39. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de la cubierta de la vivienda objeto en Sevilla.33	
Tabla 40. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro exterior de la vivienda objeto en Sevilla.....	34
Tabla 41. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro terreno de la vivienda objeto en Sevilla.....	34
Tabla 42. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del forjado terreno de la vivienda objeto en Sevilla.....	35
Tabla 43. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de las particiones interiores verticales de la vivienda objeto en Sevilla.....	35

Tabla 44. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de las particiones interiores que delimitan con unidades de distinto uso de la vivienda objeto en Sevilla.	36
Tabla 45. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de los huecos de la vivienda objeto en Sevilla.	36
Tabla 46. Elaboración propia. Demanda energética total final de la vivienda objeto en Sevilla.	37
Tabla 47. Elaboración propia basada en [6]. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.	37
Tabla 48. Elaboración propia basada en [6]. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C). ...	38
Tabla 49. Elaboración propia basada en [5]. Eficiencia de los sistemas de referencia.	39
Tabla 50. Elaboración propia basada en [12]. Factores de emisión de CO ₂ coeficientes de paso a energía primaria de edificios en España.	39
Tabla 51. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.	40
Tabla 52. Elaboración propia. Demanda térmica total de la vivienda objeto en Valladolid.	41
Tabla 53. Elaboración propia. Demanda térmica límite de la vivienda objeto en Valladolid.	41
Tabla 54. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de la cubierta de la vivienda objeto en Valladolid.	43
Tabla 55. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro exterior de la vivienda objeto en Valladolid.	44
Tabla 56. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro terreno de la vivienda objeto en Valladolid.	45
Tabla 57. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del forjado terreno de la vivienda objeto en Valladolid.	45
Tabla 58. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de los huecos de la vivienda objeto en Valladolid.	46
Tabla 59. Elaboración propia. Demanda energética total final de la vivienda objeto en Sevilla.	46
Tabla 60. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.	47
Tabla 61. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.	50
Tabla 62. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.	52

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto del proyecto

El presente trabajo tiene como objetivo la comparación teórica del cambio de aplicación del Documento Básico de Ahorro de energía (DB HE) mediante la modelización de una vivienda unifamiliar, situada en dos zonas climáticas adversas del territorio peninsular. Las localidades seleccionadas han sido Sevilla y Valladolid. En este proyecto se comprobará la mejora en la eficiencia energética que supone la nueva modificación en el Código Técnico de la Edificación.

Los programas que se han empleado en dicho estudio han sido la Herramienta Unificada Líder-Calener y CLIMA, para el cálculo de las exigencias del DB HE y las cargas térmicas, respectivamente. Asimismo, el proyecto consta de una memoria descriptiva y un anexo de los resultados obtenidos mediante dichos programas.

1.2 Antecedentes

Los graves efectos del cambio climático junto a la creciente conciencia del riesgo que este representa han provocado una actuación internacional para lograr reducir el impacto ambiental de las actividades humanas.

Las proyecciones de las distintas modelizaciones efectuadas apuntan a que la temperatura media global aumentará drásticamente para finales de siglo. Este hecho está ligado con el cambio de precipitaciones, dejando zonas áridas donde antes se encontraba vegetación.

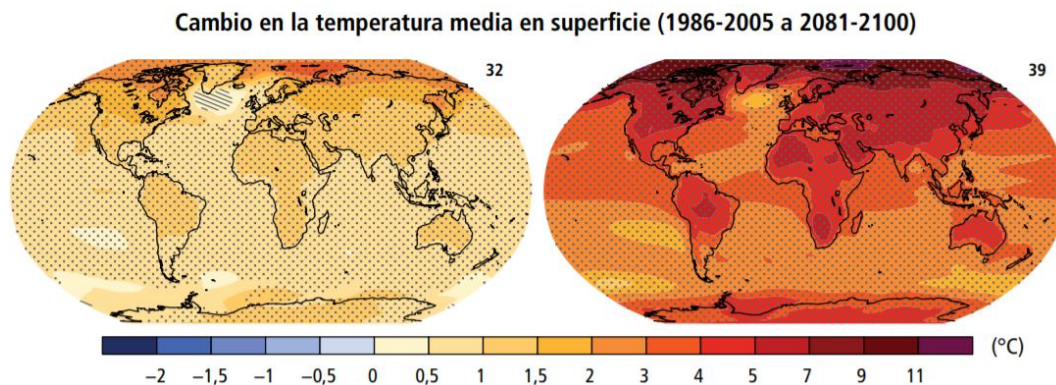


Figura 1. Fuente [1]. Cambio en la temperatura media en superficie.

Actualmente, el sector de la edificación genera entorno al 18,4% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero según el estudio de IPCC [1] en 2104 y supone aproximadamente el 30% del consumo de energía en España [2]. Esto produce la necesidad de construir los edificios de una manera más sostenible, pero satisfaciendo las necesidades de la sociedad actual.

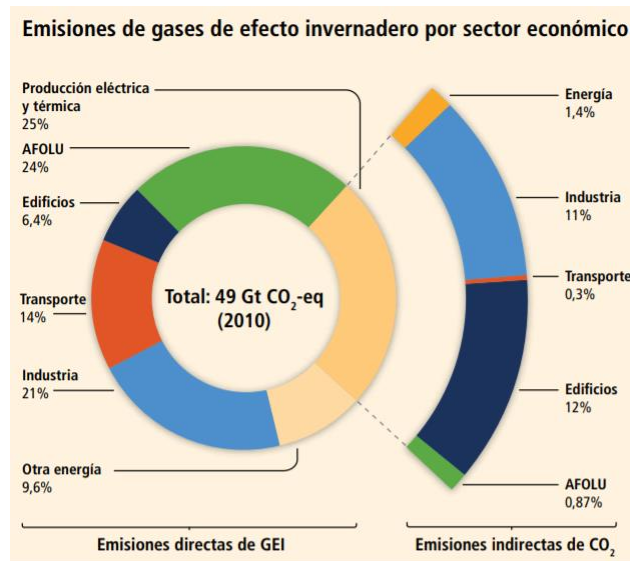


Figura 2. Fuente [2]. Emisiones antropogénicas totales de gases de efecto invernadero.

Debido a estos hechos, el sector de la edificación ha efectuado grandes cambios tanto en la manera de construir edificios como en la forma de cubrir las necesidades energéticas mediante equipos cada vez más eficientes, destinados a controlar las condiciones interiores de las viviendas. En el Código Técnico de la Edificación (CTE), se han aplicado sucesivas medidas para cubrir la demanda energética mediante restrictivos requerimientos constructivos.

1.3 Motivación

La motivación de este proyecto es poder concluir los estudios del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, demostrando los conocimientos adquiridos por el autor a lo largo de la carrera, y así poder acceder al Máster Universitario de Ingeniería Industrial.

El interés por las asignaturas Transmisión de calor y Tecnología energética, unido a tener experiencia laboral en el sector de climatización y una gran preocupación por la situación del medio ambiente, han condicionado la elección de este proyecto.

2. NORMATIVA

2.1 Normativa para edificios de consumo de energía casi nulo en España

Para el cálculo energético de la vivienda unifamiliar se han utilizado diversas normas y reglamentos, necesarios para la realización del proyecto. En el Código Técnico de Edificación (CTE) se recogen los requisitos de Exigencias Básicas. En el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, se encuentra la aprobación del Código Técnico de la Edificación (BOE 28-marzo-2006). Por consiguiente, la Directiva 2010/31/UE de eficiencia energética de los edificios ha incluido, en la legislación española, los siguientes documentos [3]:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (última actualización 13-abril-2013).
- 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.
- Actualización del Documento Básico Ahorro de Energía DB-HE (BOE 12-septiembre-2013).
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019).

En el segundo documento se indican aquellos procedimientos y programas habilitados para la realización de certificaciones energéticas de edificios, siendo estos CERMA y la Herramienta Unificada Líder-Calener. Este último ha sido el empleado en el proyecto.

En el caso del estudio de viviendas unifamiliares no es necesario cumplir todas las exigencias indicadas en el Documento Básico de Ahorro de energía. Por tanto, la exigencia HE5 está exenta en este caso.

Con la entrada Real Decreto 732/2019, las exigencias del Documento Básico de Ahorro de energía para la certificación de edificios se han modificado, siendo más restrictivas respecto al anterior decreto, con objeto de conseguir viviendas de consumo casi nulo.

Tabla 1. Elaboración propia basada en [4]. Comparación estructura DB-HE.

	ESTRUCTURA DB-HE 2013	ESTRUCTURA DB-HE 2019
HE0	Limitación del consumo energético	Limitación del consumo energético
	Consumo energía primaria no renovable $C_{ep,nren}$	Consumo energía primaria no renovable $C_{ep,nren}$ Consumo energía primaria total $C_{ep,total}$
HE1	Limitación de la demanda energética	Condiciones para el control de la demanda energética
	Demanda energética de calefacción y refrigeración $D_{cal} - D_{ref}$ Limitación descompensaciones Limitación condensaciones	Transmitancia de la envolvente térmica k Control solar de la envolvente térmica $q_{sol;jul}$ Permeabilidad al aire de la envolvente térmica n_{50} Limitación descompensaciones Limitación condensaciones
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas	Rendimiento de las instalaciones térmicas
	Limitaciones RITE	Limitaciones RITE
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	Condiciones de las instalaciones de iluminación
	VEEI, P_{tot} , Sistemas de control y regulación	VEEI, P_{max} , Sistemas de control y regulación
HE4	Contribución solar mínima de ACS	Contribución solar mínima de energía renovable para cubrir demanda de ACS
	Producción mínima renovable	60-70% cubierto por renovables
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	Generación mínima de energía eléctrica
	Potencia mínima a instalar	Potencia mínima a instalar

2.2 Normativa del Documento Básico de Ahorro de Energía del 2013

En la sección HE0 del DB-HE se establece el consumo energético de energía primaria no renovable del edificio, el cual no debe superar el valor límite $C_{ep,lim}$, obtenido mediante la siguiente expresión:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S \quad (1)$$

donde,

$C_{ep,lim}$ es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresada en $\frac{kWh}{m^2 \times año}$, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

$C_{ep,base}$ es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma valores de la tabla 2;

$F_{ep,sup}$ es el factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable, que toma los valores de la tabla 2;

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, o la parte ampliada, en m^2 .

Tabla 2. Elaboración propia basada en [5]. Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético.

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

La siguiente exigencia para los edificios de uso residencial privado se encuentra en la sección HE1, donde se cuantifica mediante la limitación de la demanda energética. Por este motivo, la demanda energética de calefacción del edificio no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

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

donde,

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en $\frac{kWh}{m^2 \times año}$, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

$D_{cal,base}$ es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 3;

$F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, que toma los valores de la tabla 3;

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m².

La demanda energética de refrigeración del edificio no debe superar el valor límite $D_{ref,lim} = 15 \frac{kWh}{m^2 \times año}$ para las zonas climáticas de verano 1,2 y 3, o el valor límite $D_{ref,lim} = 20 \frac{kWh}{m^2 \times año}$ para la zona climática de verano 4.

Tabla 3. Elaboración propia basada en [5]. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción.

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

En la sección HE1 del DB-HE también se encuentran valores límite para la transmitancia térmica y la 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 en la sección H1.

Tabla 4. Elaboración propia basada en [5]. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica.

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno (W/m ² K)	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
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 (W/m ² K)	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos (m ³ /h·m ²)	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

 Tabla 5. Elaboración propia basada en [5]. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en W/m²K.

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 6. Elaboración propia basada en [5]. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²K.

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

En la sección HE4 se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS, que deben aportar los equipos instalados, la cual está indicada en la tabla 7.

Tabla 7. Elaboración propia basada en [5]. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 - 5.000	30	30	40	50	60
5.000 - 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

2.3 Normativa del Documento Básico de Ahorro de Energía del 2019

En la sección HE0 del DB-HE el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio no ha de superar el valor límite ($C_{ep,nren,lim}$) obtenido de la tabla 8.

Tabla 8. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$] para uso residencial privado.

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	20	25	28	32	38	43
Cambios de uso a residencial privado y reformas	40	50	55	65	70	80

También debe cumplirse que el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio no ha de superar el valor límite ($C_{ep,tot,lim}$) obtenido de la tabla 9.

Tabla 9. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$] para uso residencial privado.

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	40	50	56	64	76	86
Cambios de uso a residencial privado y reformas	55	75	80	90	105	115

Entre las exigencias de la sección HE1 que se deben cumplir se encuentra la transmitancia térmica (U) de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica, los cuales no han de superar el valor límite (U_{lim}) de la tabla 10 y 11. Estos valores límite de transmitancia aseguran una calidad mínima de la envolvente térmica y evitan descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio.

Tabla 10. Elaboración propia basada en [6]. Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$].

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana)	3,20	2,70	2,30	2,10	1,80	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,70					

Tabla 11. Elaboración propia basada en [6]. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, U_{lim} [W/m²K].

Tipo de elemento		Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	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
Entre unidades de distinto uso Entre unidades de uso y zonas comunes	Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Debido a que los valores límite de transmitancia no aseguran un nivel adecuado de demanda, se hace uso del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, el cual no ha de superar el valor límite (K_{lim}) de la tabla 12.

 Tabla 12. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso residencial privado.

	Compacidad V/A (m ³ /m ²)	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	V/A ≤ 1	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	V/A ≥ 4	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62

*Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

El coeficiente global de transmisión de calor (a través de la envolvente térmica del edificio) (K), es el valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente (A_{int}). Se expresa en W/m²*K:

$$K = \sum x H_x / A_{int} \quad (3)$$

donde,

H_x corresponde al coeficiente de transferencia de calor del elemento x perteneciente a la envolvente térmica (incluyendo sus puentes térmicos). Se incluyen aquellos elementos en contacto con el terreno, con el ambiente exterior, y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u otros espacios adyacentes;

A_{int} es el área de intercambio de la envolvente térmica obtenida como suma de los distintos componentes considerados en la transmisión de calor. Excluye, por tanto, las áreas de elementos de la envolvente térmica en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.

De la forma simplificada, puede calcularse este parámetro a partir de las transmitancias térmicas y superficies de los elementos de la envolvente térmica y de un factor de ajuste:

$$K = \sum_x b_{tr,x} [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \sum_j X_{x,j}] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i} \quad (4)$$

donde,

$b_{tr,x}$ es el factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es 1 excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica, donde toma el valor 0;

$A_{x,i}$ es el área de intercambio del elemento de la envolvente térmica considerado;

$U_{x,i}$ es el valor de la transmitancia térmica del elemento de la envolvente térmica considerado;

$l_{x,k}$ es la longitud del puente térmico considerado;

$\psi_{x,k}$ es el valor de la transmitancia térmica lineal del puente térmico considerado;

$X_{x,j}$ es la transmitancia puntual del puente térmico considerado.

El parámetro de control solar cuantifica una prestación del edificio que consiste en su capacidad para bloquear la radiación solar activados los dispositivos en sombra móviles. Los valores límite de este parámetro están identificados en la tabla 13.

Tabla 13. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite del parámetro de control solar, $q_{sol;jul,lim}$ [kWh/m²*mes].

USO	$q_{sol;jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

El control solar ($q_{sol;jul}$) es la relación entre las ganancias solares para el mes de julio ($Q_{sol;jul}$) de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica con sus protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil de los espacios incluidos dentro de la envolvente térmica (A_{util}). Puede aplicarse al edificio o a parte del mismo. Para su cálculo de forma simplificada, se considera nula la energía reirradiada al cielo. La expresión del control solar es la siguiente:

$$q_{sol;jul} = Q_{sol;jul} / A_{util} = (\sum_k F_{sh;obst} * g_{gl;sh;wi} * (1 - F_F) * A_{w;p} * H_{sol;jul}) / A_{util} \quad (5)$$

donde,

$F_{sh;obst}$ es el factor reductor por sombreado por obstáculos externos (comprende todos los elementos exteriores al hueco como voladizos, aletas laterales, retranqueos, obstáculos remotos, etc.), para el mes de julio, del hueco k, y representa la reducción en irradiación solar incidente debida al sombreado permanente de dichos obstáculos;

$g_{gl;sh;wi}$ es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con el dispositivo de sombra móvil activado, para el mes de julio y del hueco k;

F_F es la fracción de marco del hueco k;

$A_{w,p}$ es la superficie (m²) del hueco k;

$H_{sol;jul}$ es la irradiación solar media acumulada del mes de julio (kWh/m²*mes) para el clima considerado y la inclinación y orientación del hueco k.

Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica han de asegurar una adecuada estanqueidad al aire. Para ello se ha de cuidar los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados, de modo que la permeabilidad al aire (Q_{100}) no supere los valores de la tabla 14.

Tabla 14. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica, $Q_{100,lim}$ [m³/h*m²].

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$)*	≤27	≤27	≤27	≤9	≤9	≤9

* La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100PA, Q_{100} .

La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.

En edificios nuevos de uso residencial privado con una superficie útil total superior a 120 m², la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa (n_{50}) no ha de superar el valor límite de la tabla 15, el cual se debe medir experimentalmente.

Tabla 15. Elaboración propia basada en [6]. Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa, n_{50} [h⁻¹].

Compacidad V/A [m ³ /m ²]	n_{50}
$V/A \leq 2$	6
$V/A \geq 4$	3

El valor de la relación del cambio de aire a 50 Pa, n_{50} , puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$n_{50} = 0,629 * (C_o * A_o + C_h * A_h) / V \quad (6)$$

donde,

n_{50} es el valor de la relación del cambio de aire a 50 Pa;

V es el volumen interno de la envolvente térmica, en m³;

C_o es el coeficiente de caudal de aire de la parte opaca de la envolvente térmica, expresada a 100 Pa, en (m³/hm²), obtenido de la tabla a-Anejo H del DB HE;

A_o es la superficie de la parte opaca de la envolvente térmica, en m²;

C_h es la permeabilidad de los huecos de la envolvente térmica, expresada a 100 Pa, (m³/hm²), según su valor de ensayo;

A_h es la superficie de los huecos de la envolvente térmica, en m^2 .

En la sección HE4 se establece una contribución mínima de energía renovable en función de la zona climática y de la demanda de ACS que deben aportar los equipos instalados, indicada en la tabla 16.

Tabla 16. Elaboración propia basada en [6]. Contribución renovable mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática
	I - V
50 - 5.000	60
> 5.000	70

3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

3.1 Metodología del trabajo

El objetivo del proyecto consiste en un estudio comparativo entre el Documento Básico de Ahorro de Energía del 2013 frente al de 2019, el cual ha entrado en vigor el pasado 28 de junio de 2020. Para realizar dicho estudio, se ha diseñado una vivienda unifamiliar en Sevilla y Valladolid, teniendo en ambos casos la misma inclinación respecto al norte geográfico.

El proceso a seguir ha sido en primer lugar, modelizar dicho edificio en HULC con una geometría y espacios equivalentes a la vivienda a estudiar, con la composición de los elementos constructivos de forma que sus transmitancias térmicas correspondan con los valores límites definidos en el CTE de cada año. Esta vivienda servirá de referencia para observar cuanto debemos modificar los componentes y cuáles de ellos son más sensible a la reducción de la demanda energética.

Una vez efectuadas dichas simulaciones, se realizarán modificaciones de los componentes de la envolvente térmica hasta comprobar que se cumplen las exigencias recogidas en los distintos Documentos Básicos de Ahorro de Energía o, por el contrario, se debe modificar la estructura de la vivienda para lograrlo.

El siguiente paso consiste en modelar la vivienda en el programa CLIMA para obtener las cargas térmicas a las cuales se ve sometida. Finalmente, se escogerán los equipos adecuados para el cumplimiento de las exigencias energéticas restantes.

3.2 Descripción de la vivienda objeto

La vivienda objetivo se define como una vivienda unifamiliar de dos alturas y un sótano. Se ha ubicado en dos localidades diferentes, con una climatología opuesta. Por un lado, en una zona donde predomina la severidad climática de verano, y otra donde predomina la severidad climática de invierno. Por tanto, la vivienda se ha ubicado en la localidad de Bormujos (Sevilla, España) y en la localidad de Arroyo de la Encomienda (Valladolid, España), respectivamente. Las coordenadas geográficas de las viviendas, colindantes a un campo de golf, están reflejadas en la tabla 17.

Tabla 17. Elaboración propia. Coordenadas de la ubicación de la vivienda.

Coordenadas	Sevilla	Valladolid
Latitud	37.365353	41.620719
	37°21'55.3" N	41°37'14.6" N
Longitud	-6.061366	-4.807040
	6°03'40.9" W	4°48'25.3" W



Figura 3. Fuente [7]. Mapa de situación de la localidad, Bormujos en Andalucía y la provincia de Sevilla.



Figura 4. Fuente [8]. Mapa de situación de la parcela catastral en la provincia de Bormujos.



Figura 5. Fuente [9]. Mapa de situación de la localidad, Arroyo de la Encomienda en Castilla y León y la provincia de Valladolid.



Figura 6. Fuente [8]. Mapa de situación de la parcela catastral en la provincia de Arroyo de la Encomienda.

La vivienda está constituida por tres alturas, situándose la totalidad de las dependencias en la planta baja. El sótano está dividido entre la zona de aparcamiento y trasteros, y dos salas acondicionadas. Por último, en la planta primera se ha ubicado una sala diáfana. Cada uno de ellos pisos consta de 3,1 metros de altura. Tiene una superficie total de 725 m², cuya distribución queda del siguiente modo:

Tabla 18. Elaboración propia. Superficie construida de la vivienda.

Superficie construida (m ²)	
Sótano	170
Planta baja	392
Planta primera	163
Total vivienda	725

Sin embargo, la superficie útil no se corresponde con la construida, debido a que, en el sótano, hay un espacio destinado al garaje y a trasteros y en la planta primera existe un balcón. Por lo tanto, la superficie útil total es de 638 m².

Tabla 19. Elaboración propia. Superficie útil de la vivienda.

Superficie útil (m ²)	
Sótano	83
Planta baja	392
Planta primera	138
Total vivienda	613

A continuación, se muestra la distribución de las plantas que conforman la vivienda y la superficie que ocupan dichos espacios.

El sótano está compuesto por una zona no habitable, donde se ubica el garaje y tres trasteros, y por otra acondicionada, compuesta por dos salas y las escaleras, cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla. La distribución del sótano se encuentra en la Figura 7.

Tabla 20. Elaboración propia. Distribución superficie útil de la planta sótano.

Planta sótano	
Dependencia	Superficie (m ²)
Escalera	9,90
Sala 1	42,35
Sala 2	30,75
Total	83

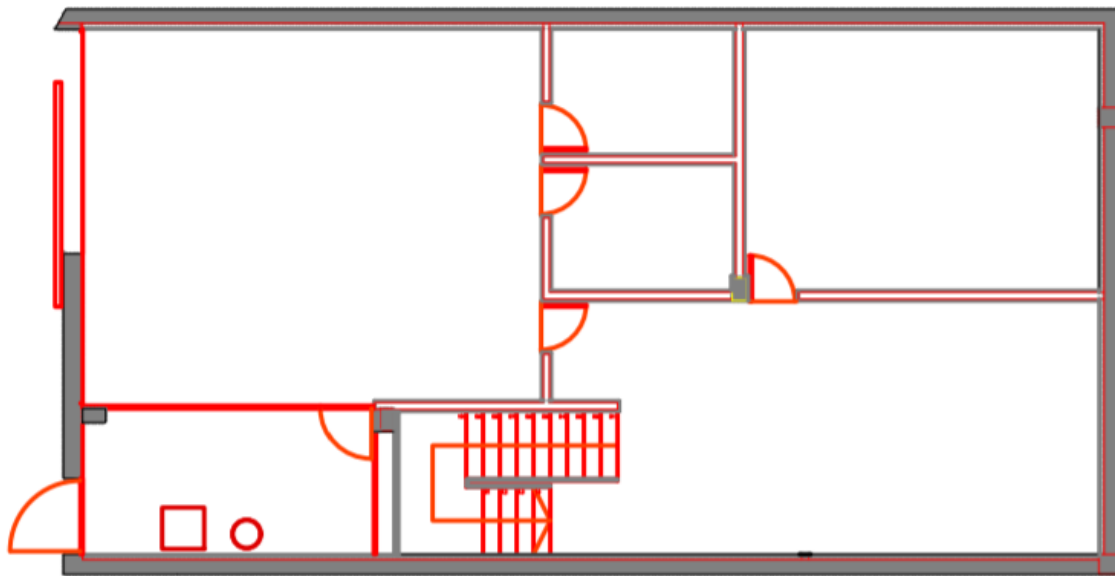


Figura 7. Elaboración propia. Plano de distribución del sótano de la vivienda.

La planta baja está constituida por diversas dependencias, todas ellas habitables, que suponen un total de 392 m². En la siguiente tabla se detallan las dimensiones de cada una de las estancias. A su vez, en la Figura 8. se muestra la distribución de la planta baja.

Tabla 21. Elaboración propia. Distribución superficie útil de la planta baja.

Planta baja	
Dependencia	Superficie (m ²)
Habitación principal	25
Baño principal	6,95
Habitación 1	17,50
Habitación 2	17,50
Habitación 3	17,50
Baño 1	5,65
Baño 2	5,65
Habitación invitados	24
Baño de invitados	5,45
Aseo 1	3,55
Aseo 2	3,50
Distribuidor	78
Escalera	9,90
Cocina	52,85
Zona servicio	25
Salón-comedor	82
Despacho	37
Total	392

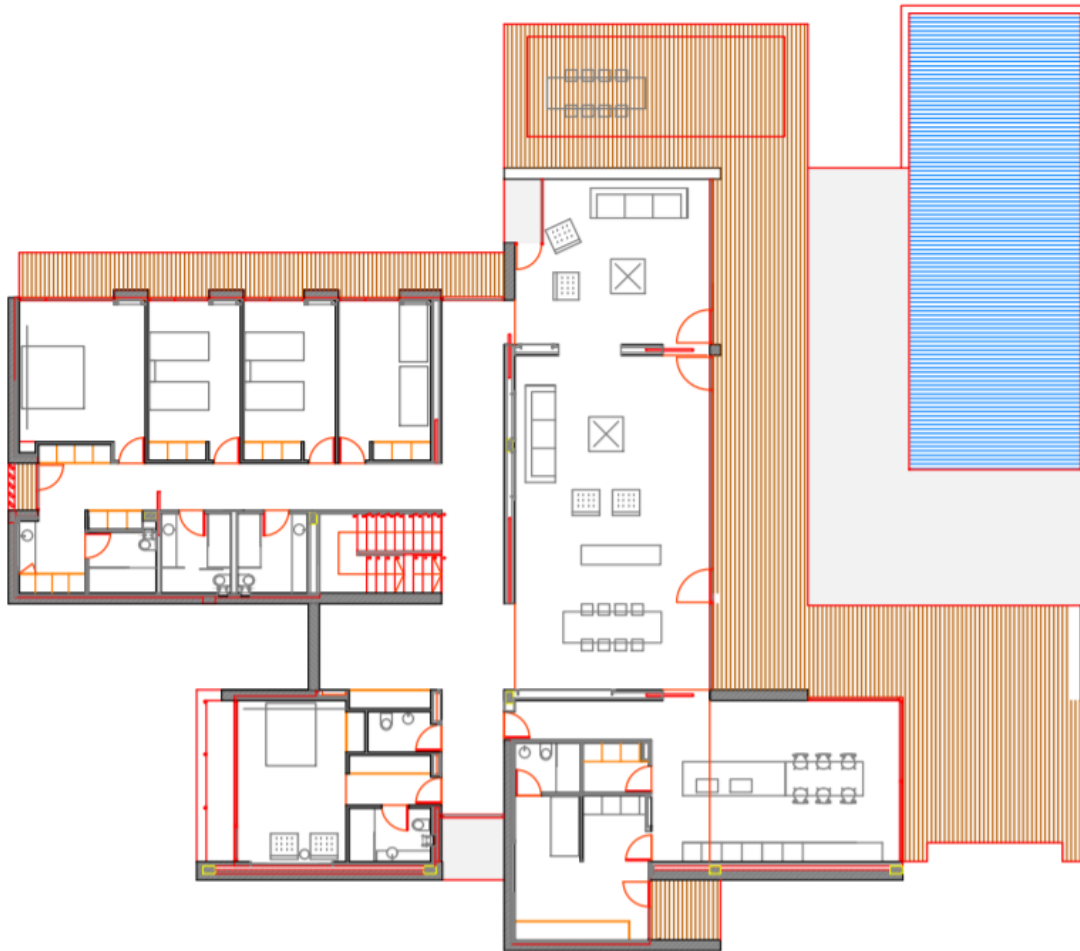


Figura 8. Elaboración propia. Plano de distribución de la planta baja de la vivienda.

Por último, se encuentra la planta primera, la cual abarca una superficie construida de 138 m², de los cuales 25m² pertenecen a un balcón. Se compone de una sala diáfana, unas escaleras y un baño, cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla. La distribución de esta planta se muestra en la Figura 9.

Tabla 22. Elaboración propia. Distribución superficie útil de la planta primera.

Planta primera	
Dependencia	Superficie (m ²)
Sala diáfana	114
Escalera	9,90
Baño	14,10
Total	138

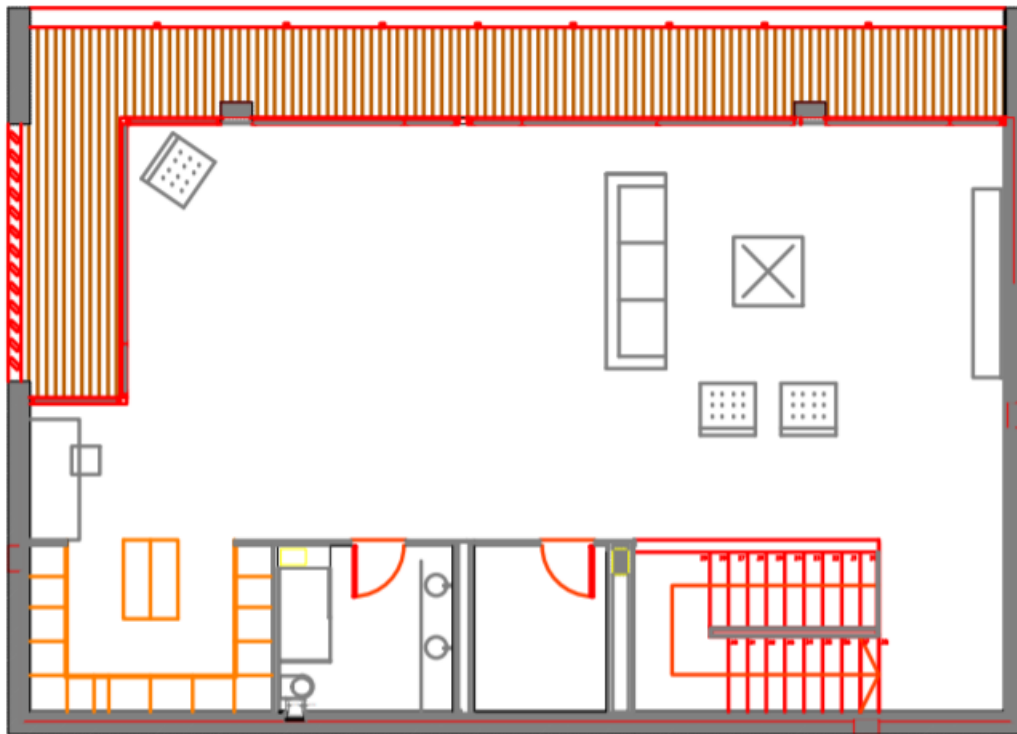


Figura 9. Elaboración propia. Plano de distribución de la planta primera de la vivienda.

3.3 HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER

Entre los documentos habilitados por la legislación española para poder realizar la certificación energética de un edificio se encuentra la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER (HULC). Este programa permite obtener la calificación energética tanto de viviendas como de edificios terciarios.

En la versión publicada en 2013, el programa permitía obtener los resultados necesarios para la verificación de ciertas exigencias de las Secciones HE0 y HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación. En la nueva versión, el programa indica si se cumplen las exigencias de las secciones HE4 y HE5, además de las establecidas en la anterior versión.

En la ventana de datos generales se ha de introducir el tipo de edificio a estudiar, la ubicación y por tanto la zona climática de la vivienda, la normativa energética a emplear referente a la edificación, instalaciones térmicas y complementarias, tales como requisitos medioambientales. También se ha de indicar el caudal de ventilación.

Datos generales

Datos administrativos | **Datos generales** | Factores de Paso | Producción de Energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Definición del caso

Verificación CTE-HE y Certificación de Eficiencia Energética

Edificio NUEVO

Edificio EXISTENTE: Ampliación

Edificio EXISTENTE: Cambio de uso

Edificio EXISTENTE: Reforma

- > 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS
- > 25% envolvente con cambio de sistemas climatización
- > 25% envolvente con cambio de sistemas ACS
- > 25% envolvente sin cambio de sistemas
- < 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS
- < 25% envolvente con cambio de sistemas climatización
- < 25% envolvente con cambio de sistemas ACS
- < 25% envolvente sin cambio de sistemas

Solo Certificación de Eficiencia Energética

Edificio EXISTENTE: Solo Certificación

Localidad, Datos Climáticos

Comunidad autónoma: Andalucía

Provincia: Sevilla

Localidad: Bormujos

Altitud: 98,00 m

Zona climática: B4

Peninsular Extrapeninsular

Tipo de edificio

Vivienda unifamiliar

Viviendas en bloque

- Una Vivienda de un bloque
- Edificio Terciario Pequeño o Mediano (PMT)
- Un local de un Edificio PMT
- Gran Edificio Terciario (GT)
- Un local de un Edificio GT

Ventilación del edificio residencial

Caudal de ventilación del edificio o vivienda [litros/s]: 63,89

Permeabilidad por defecto

Permeabilidad del edificio o vivienda actual, n50, [renh]: 5,99

El edificio tiene una envolvente mejorada con baja permeabilidad al aire

Permeabilidad según ensayo

Valor de permeabilidad mediante ensayo

Valores por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso: Residencial

Figura 10. Elaboración propia. Datos generales de HULC.

El programa HULC permite la visualización tridimensional del edificio después de definir la geometría mediante la exportación de planos realizados en el programa AutoCad o in situ en el propio programa. Además, se debe definir la cantidad de espacios existentes y si se tratan de un espacio acondicionado o no acondicionado.

En esta ventana también se accede a la base de datos, donde se puede definir las composiciones que constituyen cada uno de los elementos constructivos del edificio a estudiar. En la parte inferior se indica la transmitancia global de cada composición.

Visualización del Edificio

Planta actual: PLANTA_1

Base de datos

Opaco | Sentransparentes | Puentes térmicos

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo: Cubiertas planas

Nombre: Cubierta plana

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior):

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo):

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	1000	1000	
3	WV Lana mineral [0,04 W/fmK1]	0,140	0,040	40	1000	
4	Betún feltro o lámina	0,003	0,230	1100	1000	
5	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	1000	1000	
6	Hormón en masa 2000 < d < 2300	0,020	1,650	2150	1000	
7	FU Entreviado de hormón aligerado -Canto	0,210	1,990	1230	1000	
8	Enlucido de yeso 1900 < d < 1300	0,010	0,370	1150	1000	
9						

Grupo Material: Cerámicos

Material: Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor [m]

Añadir | Cambiar | Eliminar | Subir | Bajar

U_M: 0,25 [W/m²K]

U_C: 0,25 [W/m²K]

U_S: 0,25 [W/m²K]

Aceptar

Figura 11. Elaboración propia. Base de datos y diseño de la vivienda de HULC.

Una vez se ha definido la zona climática y los elementos constructivos, el programa permite calcular los requisitos mínimos de la exigencia HE1 del DB-HE y con ello, las demandas energéticas de calefacción y refrigeración del edificio objeto. Para cumplir dicha exigencia se deben cumplir las 3 condiciones expuestas en la figura 12.

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Calidad de la envolvente térmica | Demanda

		Valores límite	
Transmitancia térmica global, K [W/m^2K]	0,61	0,61	CUMPLE
Control solar, q_{soljul} [$kWh/m^2.mes$]	1,63	2,00	CUMPLE
Relación de cambio de aire a 50 Pa, n_{50} [1/h]	5,99	6,00	CUMPLE
Compacidad [m^3/m^2]	1,55		
Superficie útil de cálculo, $A_{útil}$ [m^2]	700,26		
Superficie de cerramientos opacos, A_{opacos} [m^2]	1404,85		
Superficie de huecos, A_{huecos} [m^2]	134,95		
Longitud de puentes térmicos, L_{pt} [m]	718,94		

Detalle por componentes:

Huecos | Opacos | Puentes Térmicos | Espacios

Núm.	Nombre	Construcción	Área [m^2]	U [W/m^2K]	Orientación	% Marco	g_{glwi}	$g_{glsh,wi}$	F_{shobst}	Ganancia_jul [kWh/m^2]
1	P2_E2_3_1	Vidrio doble	1,50	1,87	NE	20,00	0,67	0,10	0,74	5,36
2	P2_E2_3_1_2	Vidrio doble	1,50	1,87	NE	20,00	0,67	0,10	0,75	5,39
3	P2_E2_3_1_2_3	Vidrio doble	1,50	1,87	NE	20,00	0,67	0,10	0,74	5,33
4	P2_E2_3_1_2_3_4	Vidrio doble	3,13	1,87	NE	20,00	0,67	0,10	0,75	5,41
5	P2_E3_5_1	Vidrio doble	5,91	1,87	NO	20,00	0,67	0,10	0,98	8,21
6	P2_E5_4_1	Puerta	1,76	1,84	SE	60,00	0,67	0,63	0,78	23,25
7	P2_E5_6_1	Vidrio doble	15,12	1,87	SE	20,00	0,67	0,10	1,00	9,47
8	P2_E5_7_1	Vidrio doble	12,60	1,87	NE	20,00	0,67	0,10	0,99	7,15
9	P2_E5_8_1	Vidrio doble	7,95	1,87	SE	20,00	0,67	0,10	0,98	9,31

Cerrar

Figura 12. Elaboración propia. Verificación de los requisitos mínimos del DB-HE1 de HULC.

El siguiente paso consiste en definir los sistemas empleados en la obtención de agua caliente sanitaria (ACS), climatización y ventilación de la vivienda. Se ha de introducir los valores correspondientes a su potencia y consumo. Para determinar las cargas térmicas y así poder elegir los equipos adecuados, se ha empleado el programa CLIMA.

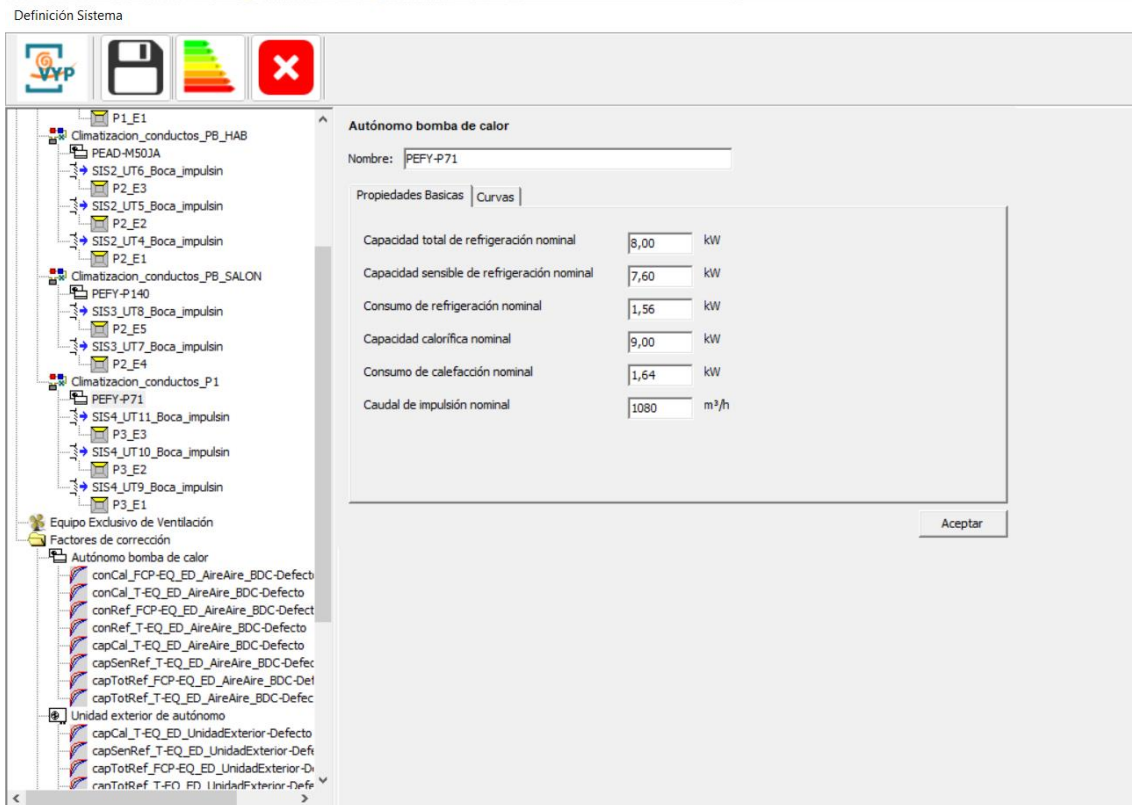


Figura 13. Elaboración propia. Definición de sistemas de HULC.

En función de los datos introducidos en la ventana de definición de sistemas, el programa comprueba el cumplimiento de las exigencias HE0, HE4 y HE5, no siendo necesario el cumplimiento de esta última, al tratarse de una vivienda unifamiliar. Para la verificación de la exigencia HE0, se debe cumplir que las condiciones de consumo de energía primaria no renovable, el consumo de energía primaria total y el número de horas fuera de consigna de los sistemas de climatización instalados en la vivienda, no superen los valores límite correspondientes. Lo mismo sucede con la condición de fracción renovable de consumo de ACS de la exigencia HE4. También se pueden visualizar los resultados de la demanda, consumo y emisiones de CO2 en función del uso de calefacción. Refrigeración, ACS, ventilación e iluminación.

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

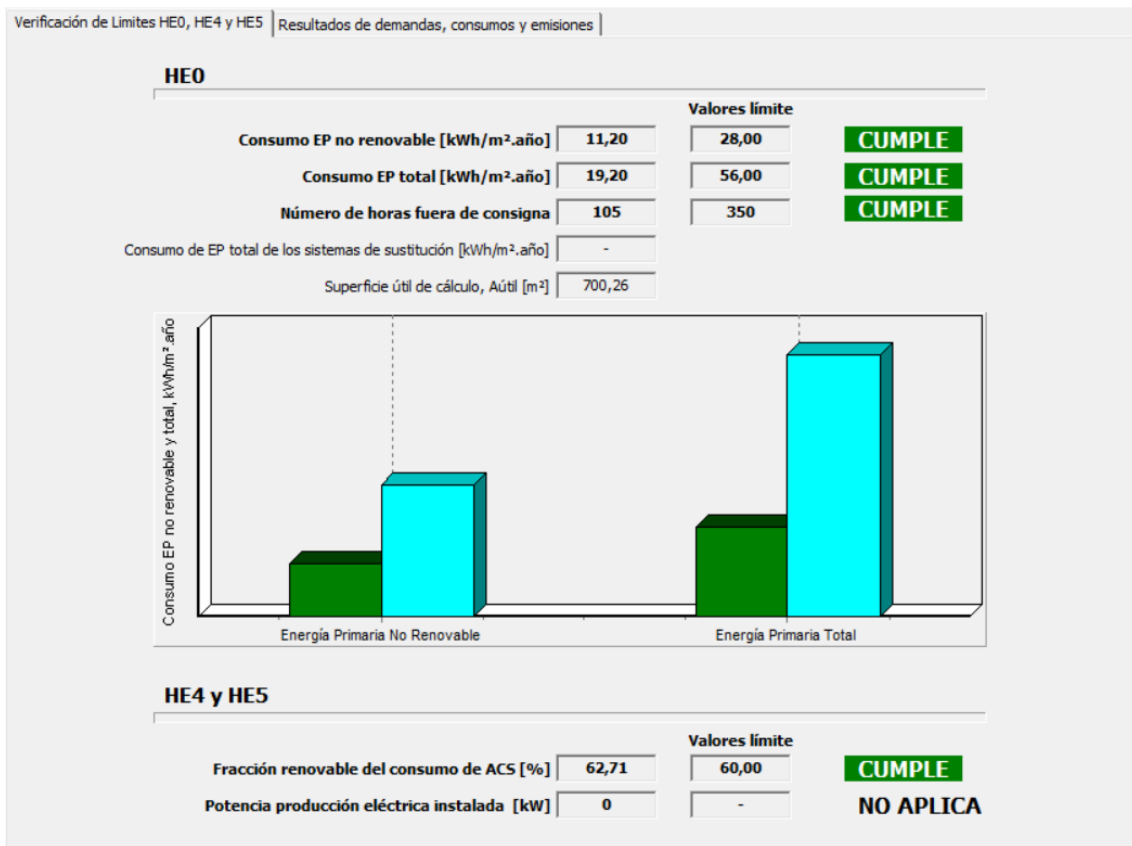


Figura 14. Elaboración propia. Verificación de las exigencias HE0, HE4 y HE5 del DB-HE de HULC.

Todo el proceso efectuado anteriormente tiene como objetivo obtener la calificación energética del edificio, la cual clasifica su eficiencia en función de una denominación de letras, siendo la letra A el rango de mayor eficiencia y menor rango de emisiones de CO₂.

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² .año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² .año)	
<29,10 A	11,21 A	<6,70 A	1,90 A
29,10-50,2 B		6,70-11,60 B	
50,20-81,90 C		11,60-19,00 C	
81,90-128,60 D		19,00-29,80 D	
128,60-243,70 E		29,80-58,40 E	
243,70-292,50 F		58,40-71,80 F	
=>292,50 G		=>71,80 G	

Figura 15. Elaboración propia. Resultados de la certificación energética de HULC.

Finalmente, el programa genera dos archivos con todos los resultados, siendo uno de verificación y otro el de certificación. Este último son los que se han adjuntado en Anexo II.

3.4 Herramienta CLIMA

Para el correcto cálculo de las cargas térmicas de refrigeración y calefacción, se ha empleado el programa CLIMA, el cual permite modelar la composición de la vivienda con sus respectivas transmitancias, editar el uso del edificio y, por tanto, el horario, ventilación necesaria y tipo de la actividad ejercida. Todos estos datos sumados a las condiciones exteriores, determinadas por la ubicación de la vivienda, permiten efectuar un cálculo preciso de las cargas térmicas.

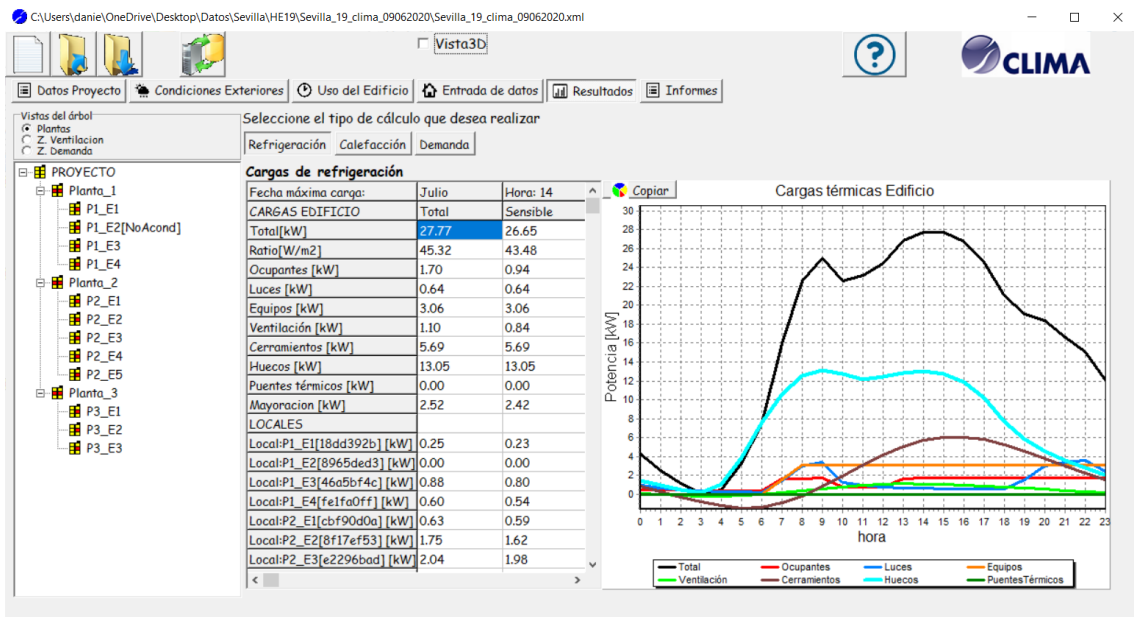


Figura 16. Elaboración propia. Interfaz de cargas térmicas de CLIMA.

4. DISEÑO DE LA VIVIENDA Y SISTEMAS

4.1 Elementos comunes

Cerramientos

En la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación se determinan ciertos valores de la transmitancia térmica, de cada cerramiento que constituye parte de la envolvente térmica del edificio, que no se deben superar para poder cumplir con la normativa vigente de su respectivo año.

Ayudándonos en el documento DA DB-HE/1, se ha procedido a calcular la resistencia térmica que debe tener el aislante de cada cerramiento para cumplir el valor límite de la transmitancia térmica U (W/m^2K) de cada uno de ellos, la cual se calcula mediante la expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (7)$$

siendo,

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo (m^2K/W)

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (8)$$

siendo,

R_1, R_2, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (9) (m^2K/W);

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla x de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio (m^2K/W).

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (9)$$

siendo,

e el espesor de la capa (m). En capa variable de espesor variable se considera el espesor medio;

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, que se puede calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE- EN 10456:2012.

En el Documento de Apoyo del Documento Básico de HE1, se encuentra la figura 17. correspondiente a las resistencias térmicas superficiales en contacto con el aire.

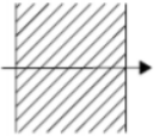
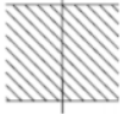
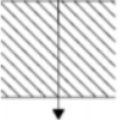
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Figura 17. Fuente [10]. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $m^2 \cdot k/W$.

A continuación, se detalla la composición, espesores y propiedades de cada uno de los cerramientos que componen la envolvente térmica de la vivienda.

- Cubierta

Tabla 23. Elaboración propia. Composición de la cubierta de la vivienda objeto.

Cubierta plana				
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	C_p (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	20	1	2000	800
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	10	0,41	1000	1000
Aislante				
Betún fieltro o lámina	3	0,23	1100	1000
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	10	0,41	1000	1000
Hormigón en masa $2000 < d < 2300$	20	1,65	2150	1000
FU entrevigado de hormigón aligerado -Canto 250 mm	210	1	1230	1000
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	10	0,57	1150	1000

*Materiales ordenados de arriba hacia abajo.

Tabla 24. Elaboración propia. Transmitancia térmica de la cubierta de la vivienda objeto.

Transmitancia térmica y resistencia térmica del aislante en cubierta			
Año normativa	Zona climática	U (W/m ² K)	$R_{aislante}$ (m ² K/W)
2013	B	0,65	1,08
	D	0,4	2,04
2019	B	0,44	1,81
	D	0,35	2,40

A continuación, se muestra el ejemplo de cálculo para hallar la resistencia térmica del aislante de la cubierta para cumplir la exigencia de 2013 sobre la demanda energética de la zona climática B:

$$0,65 = \frac{1}{\frac{0,02}{1} + \frac{0,01}{0,41} + R_a + \frac{0,003}{0,23} + \frac{0,01}{0,41} + \frac{0,02}{1,65} + \frac{0,21}{1} + \frac{0,01}{0,57} + R_{se} + R_{si}}$$

Siendo,

R_a la resistencia térmica del aislante,

$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$,

$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$,

Por lo tanto, $R_a = 1,08 \text{ m}^2\text{K/W}$.

- Muro exterior

Tabla 25. Elaboración propia. Composición del muro exterior de la vivienda objeto.

Muro exterior				
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
1 pie LM métrico o catalán 40 <G< 50 mm	110	1,529	2140	1000
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	10	0,41	1000	1000
Betún fieltro o lámina	3	0,23	1100	1000
Aislante				
Tabique de LH expandido [40<e<60 mm]	30	0,556	1000	1000
Enlucido de yeso 1000<d<1300	10	0,57	1150	1000

*Materiales ordenados de exterior a interior.

Tabla 26. Elaboración propia. Transmitancia térmica del muro exterior de la vivienda objeto.

Transmitancia térmica y resistencia térmica del aislante en muro exterior			
Año normativa	Zona climática	U (W/m ² K)	R_{aislante} (m ² K/W)
2013	B	1	0,65
	D	0,6	1,32
2019	B	0,56	1,43
	D	0,41	2,09

- Muro terreno

Tabla 27. Elaboración propia. Composición del muro terreno de la vivienda objeto.

Muro terreno				
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
1 pie LM métrico o catalán 40 <G< 50 mm	110	1,529	2140	1000
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	10	0,41	1000	1000
Aislante				
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	10	0,41	1000	1000
Enlucido de yeso 1000<d<1300	10	0,57	1150	1000

*Materiales ordenados de exterior a interior.

Tabla 28. Elaboración propia. Transmitancia térmica del muro terreno de la vivienda objeto.

Transmitancia térmica y resistencia térmica del aislante en muro terreno			
Año normativa	Zona climática	U (W/m ² K)	R _{aislante} (m ² K/W)
2013	B	1	0,69
	D	0,6	1,36
2019	B	0,75	1,03
	D	0,65	1,23

- Forjado terreno

Tabla 29. Elaboración propia. Composición del forjado terreno de la vivienda objeto.

Forjado terreno				
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Azulejo cerámico	20	1,3	2300	840
Aislante				
Mortero de cemento 1000<d<1250	20	0,55	1125	1000
Hormigón armado 2300<d<2500	20	2,3	2400	1000
Tierra apisonada adobe bloques de tierra	15	1,1	1885	1000

Tabla x. Composición del forjado terreno de la vivienda objeto.

*Materiales ordenados de arriba hacia abajo.

Tabla 30. Elaboración propia. Transmitancia térmica del forjado terreno de la vivienda objeto.

Transmitancia térmica y resistencia térmica del aislante en forjado terreno			
Año normativa	Zona climática	U (W/m ² K)	R _{aislante} (m ² K/W)
2013	B	1	0,59
	D	0,6	1,26
2019	B	0,75	0,96
	D	0,65	1,16

- Forjado interior

Tabla 31. Elaboración propia. Composición del forjado interior de la vivienda objeto.

Forjado interior				
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Azulejo cerámico	20	1,3	2300	840
Hormigón armado 2300<d<2500	20	2,3	2400	1000
Aislante				
BC con mortero convencional	110	0,438	1170	1000
Enlucido de yeso 1000<d<1300	10	0,57	1150	1000

*Materiales ordenados de arriba hacia abajo.

Tabla 32. Elaboración propia. Transmitancia térmica del forjado interior de la vivienda objeto.

Transmitancia térmica y resistencia térmica del aislante en forjado interior				
Año normativa	Utilidad	Zona climática	U (W/m ² K)	R _{aislante} (m ² K/W)
2013 y 2019	Entre unidades del mismo uso	B	1,55	0,18
		D	1,2	0,37
2013 y 2019	Entre unidades de distinto uso	B	1,1	0,18
		D	0,85	0,37

- Particiones interiores

Tabla 33. Elaboración propia. Composición de las particiones interiores de la vivienda objeto.

Particiones interiores				
Materiales (*)	e (mm)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Enlucido de yeso 1000<d<1300	10	0,57	1150	1000
Aislante				
1/2 pie LP métrico o catalán 40<G<60 mm	110	0,68	1140	1000
Aislante				
Enlucido de yeso 1000<d<1300	10	0,57	1150	1000

*Materiales ordenados de exterior a interior.

Tabla 34. Elaboración propia. Transmitancia térmica de las particiones interiores de la vivienda.

Transmitancia térmica y resistencia térmica del aislante en particiones interiores				
Año normativa	Utilidad	Zona climática	U (W/m ² K)	R _{aislante} (m ² K/W)
2013 y 2019	Entre unidades del mismo uso	B	1,2	0,38
		D	1,2	0,38
2013 y 2019	Entre unidades de distinto uso	B	1,1	0,18
		D	0,85	0,37

- Huecos

Respecto a los huecos, en la exigencia HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía también se limita el valor de su transmitancia térmica máxima, junto a la permeabilidad al aire de los mismos. La transmitancia del hueco está formada por la transmitancia del vidrio, marco y cajón de persiana. Así pues, se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$U_h = (1-FM) \times U_{h,vidrio} + FM \times U_{h,marco} \quad (10)$$

donde,

U_h es la transmitancia térmica de todo el hueco,

$U_{h,vidrio}$ es la transmitancia térmica del vidrio,

$U_{h,marco}$ es la transmitancia térmica del marco (carpintería) y,

FM es la fracción de marco en el hueco que se define como:

$$FM = \frac{\text{Área del hueco ocupada por el marco}}{\text{Área total del hueco}} \quad (11)$$

Por lo tanto, se ha introducido en el programa HULC los valores de transmitancia térmica y permeabilidad indicados en la tabla 35.

Tabla 35. Elaboración propia. Transmitancia térmica y permeabilidad de los huecos de la vivienda objeto.

Transmitancia térmica y permeabilidad de los huecos			
Año normativa	Zona climática	U (W/m ² K)	Permeabilidad (m ³ /h*m ²)
2013	B	4,2	≤ 50
	D	2,7	≤ 27
2019	B	2,3	≤ 27
	D	1,8	≤ 9

Ventilación

En el Documento Básico de Salubridad (DB HS) se establece en la sección HS3 una exigencia sobre la correcta renovación de aire en el interior de las viviendas, representado por un valor mínimo de caudal de ventilación. De esta forma, se consigue que la concentración media de CO₂ sea menor de 900 ppm y poder eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Por lo tanto, este aspecto no solo es importante en materia de salubridad, sino también por la cantidad de cargas térmicas a las que se ve sometido el recinto. Dichos caudales están indicados en la tabla 36.

Tabla 36. Elaboración propia basada en [11]. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables.

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

Según se puede observar en los planos, la vivienda cuenta con 8 locales húmedos, distribuyéndose en 5 baños, 2 aseos y 1 cocina. Debido a que la vivienda cuenta con más de 3 dormitorios, se ha de extraer un caudal mínimo de ventilación 8 l/s por local húmedo, siendo en total 64 l/s, lo cual equivale a 230,4 m³/h. Debido a que se trata de un volumen elevado, el cual aportaría un gran número de cargas térmicas a la vivienda, se ha optado por instalar un ventilador con recuperador con una eficiencia del 84%.

El cual de ventilación calculado corresponde al empleado para el cálculo de las cargas térmicas y, por tanto, de la demanda energética de la vivienda. Sin embargo, para cumplir la exigencia HS3 se debe disponer de un sistema en la zona de cocción que permite extraer un caudal de ventilación mínimo de 50 l/s, además de 120 l/s por plaza de aparcamiento, siendo un total de 240 l/s, debido a que la vivienda cuenta con 2 plazas en la zona de garaje. Sin embargo, estos caudales no se contabilizan para el cálculo de la demanda energética.

4.2 Diseño vivienda según cumplimiento del DB HE de 2013

4.2.1 Vivienda ubicada en Sevilla

- **Exigencia HE1.**

Se ha procedido a introducir, en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER, los valores límite de las transmitancias térmicas de la envolvente del edificio junto al caudal de ventilación necesario para cumplir las exigencias del Documento Básico de Ahorro de Energía y Salubridad, respectivamente. Los resultados obtenidos respecto de la demanda térmica son los siguientes:

Tabla 37. Elaboración propia. Demanda energética total inicial de la vivienda objeto en Sevilla.

Localidad	Demanda del edificio objeto (kWh/m ² año)	
	Calefacción	Refrigeración
Sevilla	38,83	28,09

Los valores de la demanda límite que debe tener la vivienda para cumplir la exigencia HE1 son, según la tabla 2, los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 38. Elaboración propia. Demanda energética límite de la vivienda objeto en Sevilla.

Localidad	Demanda límite (kWh/m ² año)	
	Calefacción	Refrigeración
Sevilla	15	20

El factor más relevante para modificar es la demanda de calefacción, ya que es muy superior al valor límite permitido. Las razones de estos valores elevados se pueden explicar mediante las infiltraciones y la ventilación de la vivienda, que supone una gran pérdida térmica en invierno. Además, la vivienda cuenta con gran cantidad de huecos en su envolvente térmica, los cuales producen un efecto negativo sobre la demanda energética de climatización.

Por otro lado, la demanda térmica de refrigeración tiene un valor cercano a la demanda límite. Sin embargo, este factor es más complejo de reducir respecto a la demanda de calefacción, modificando exclusivamente la composición de los elementos constructivos. Por tanto, se necesita emplear elementos de sombra que actúen sobre la envolvente térmica.

A la vista de estos resultados, se necesita rediseñar la envolvente térmica de la vivienda con el fin de disminuir la transmitancia térmica de los cerramientos y, de este modo, la demanda energética. Por tanto, se va a realizar un análisis de sensibilidad de cada composición sobre la demanda energética total de la vivienda y así observar cuáles tienen mayor influencia sobre esta. En dicho análisis se ha estudiado la reducción de la demanda energética de calefacción, refrigeración y total de la vivienda, la reducción de esta última demanda por centímetro de aislante añadido y la reducción porcentual de la demanda total sobre el edificio de referencia.

A continuación, se muestra el análisis efectuado a cada cerramiento y los resultados obtenidos.

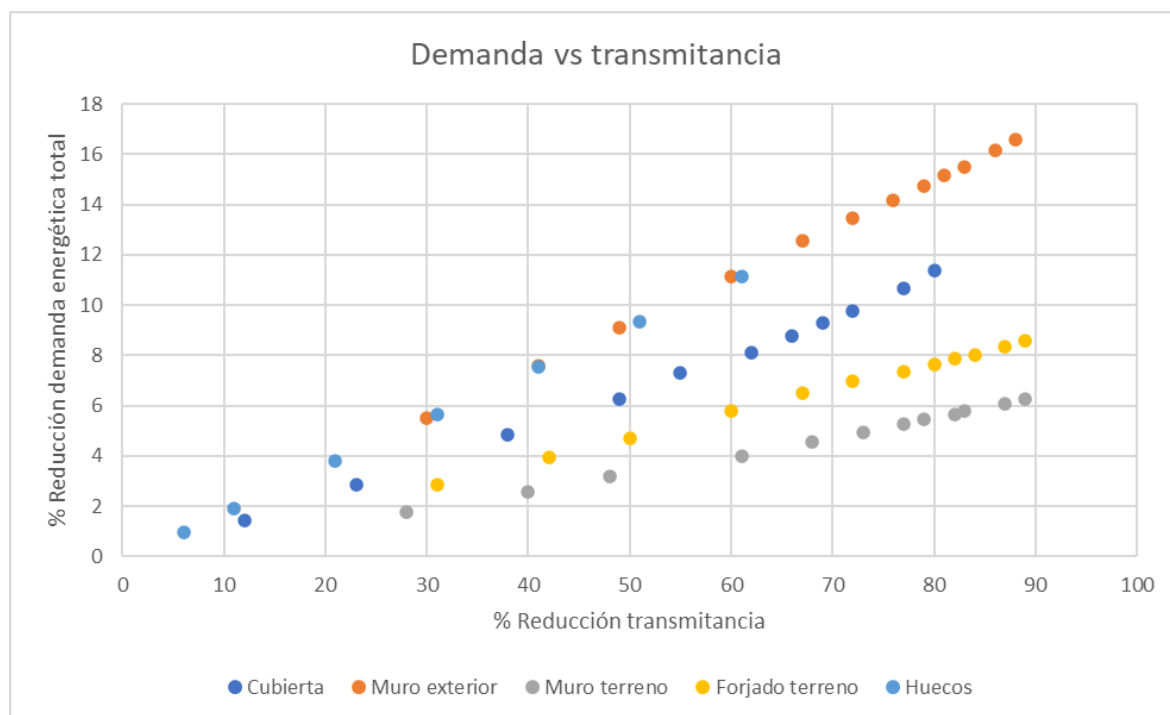


Figura 18. Elaboración propia. Comparativa entre la reducción de la demanda energética frente a reducción de la transmitancia, en Sevilla.

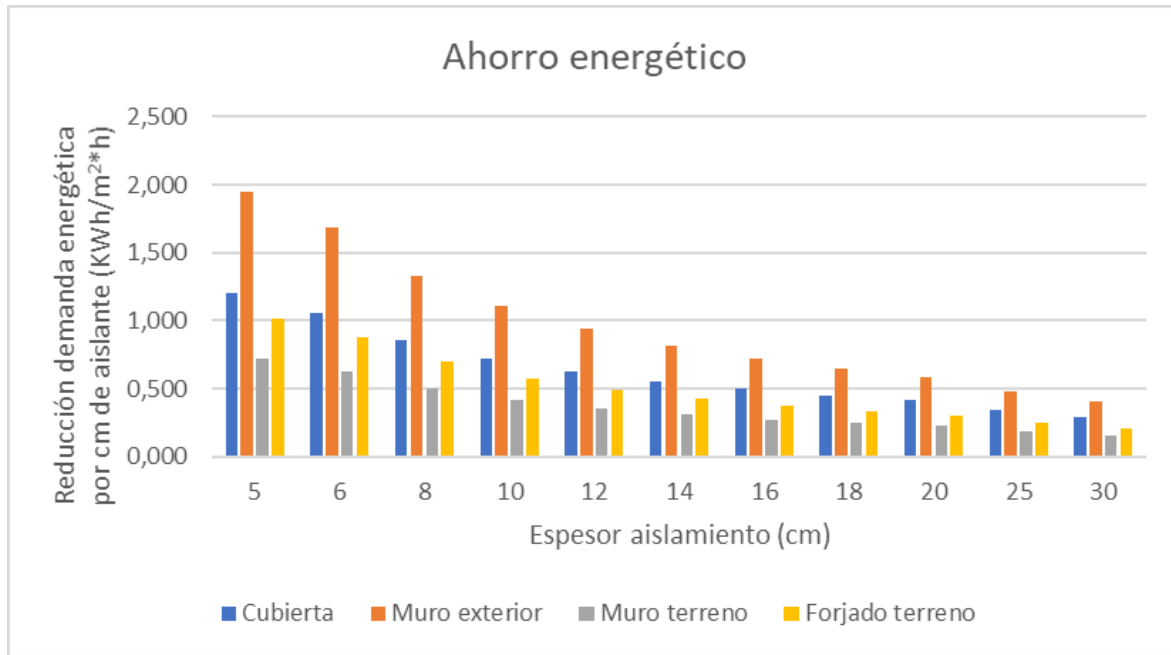


Figura 19. Elaboración propia. Comparativa ente la reducción de la demanda energética frente al aumento del aislamiento de los cerramientos de la envolvente térmica, en Sevilla.

Se puede comprobar como a medida que se aumenta el espesor del aislamiento, la repercusión sobre la demanda energética total por centímetro de aislante disminuye. Por lo tanto, se debe escoger cuidadosamente el espesor de aislante para cada cerramiento, de manera que sea lo más eficiente posible, con tal de disminuir el futuro coste que tendrá dicho aislante en la ejecución. Así pues, se han elegido el muro exterior y los huecos como cerramientos principales para la reducción de la demanda energética de la vivienda, mientras que en el muro terreno no se ha hecho una gran incidencia en su transmitancia térmica.

El aislamiento elegido para la cubierta es MW lana mineral, con una conductividad de $0,04 \frac{W}{m \times K}$. Para lograr el valor de la transmitancia límite de la cubierta, se ha utilizado un espesor de 4,2 cm de aislante. Tras el análisis de sensibilidad, se ha elegido un espesor para el aislante de 11 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica de la cubierta será de $0,31 \frac{W}{m^2 \times K}$.

Tabla 39. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de la cubierta de la vivienda objeto en Sevilla.

Referencia 4,2 cm de aislamiento en cubierta					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
3	40,46	28,45	68,91		-2,97%
5	38,04	27,92	65,96	1,20	1,43%
6	37,25	27,76	65,01	1,06	2,85%
8	36,13	27,53	63,66	0,86	4,87%
10	35,35	27,37	62,72	0,72	6,28%
11	34,98	27,31	62,29	0,68	6,92%
12	34,77	27,26	62,03	0,63	7,31%
14	34,31	27,19	61,50	0,55	8,10%
16	33,93	27,13	61,06	0,50	8,76%
18	33,61	27,09	60,70	0,45	9,29%
20	33,33	27,05	60,38	0,41	9,77%
25	32,77	27	59,77	0,34	10,68%
30	32,32	26,98	59,3	0,30	11,39%

El valor negativo obtenido en “% Reducción demanda sobre edificio objeto” se debe a que la transmitancia térmica obtenida se encuentra por encima del límite establecido por la normativa. Así pues, la demanda total obtenida es mayor que la del edificio de referencia. Sólo se ha considerado este cálculo con objeto de conocer la evolución de los parámetros de demanda a estudiar.

Observando los datos obtenidos queda claro que el aumento del aislamiento en el cerramiento provoca una disminución tanto de la demanda energética de calefacción como de refrigeración, siendo mayor en el primer caso.

Para el cerramiento del muro exterior, se ha escogido EPS poliestireno expandido con una conductividad de $0,037 \frac{W}{m \times K}$ como elemento aislante. Para lograr el valor de la transmitancia límite de $1 \frac{W}{m^2 \times K}$, se ha empleado un espesor de 2,4 cm de aislante. Tras el análisis de sensibilidad, se ha elegido un espesor para el aislante de 14 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica del muro exterior será de $0,24 \frac{W}{m^2 \times K}$, tal como se puede observar en la tabla 40.

Al igual que en el muro exterior, se ha elegido EPS poliestireno expandido como elemento aislante en el muro terreno. Se ha utilizado un espesor de 2,6 cm de aislante para lograr el valor de la transmitancia límite de $1 \frac{W}{m^2 \times K}$. Tras el análisis de sensibilidad, se ha observado que esta composición no tiene un gran efecto en la envolvente térmica de la vivienda. Así pues, se ha decidido invertir más en reducir la transmitancia de los anteriores cerramientos y se ha elegido un espesor para el aislante del muro terreno de 7 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica del muro terreno será de $0,45 \frac{W}{m^2 \times K}$, mostrada en la tabla 41.

Tabla 40. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro exterior de la vivienda objeto en Sevilla.

Referencia 2,4 cm de aislamiento en muro exterior					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
4	35,33	27,89	63,22	2,31	5,53%
5	34,02	27,83	61,85	1,95	7,58%
6	33,06	27,78	60,84	1,69	9,09%
8	31,75	27,72	59,47	1,33	11,13%
10	30,88	27,64	58,52	1,11	12,55%
12	30,28	27,62	57,9	0,94	13,48%
14	29,83	27,60	57,43	0,82	14,18%
16	29,49	27,58	57,07	0,72	14,72%
18	29,21	27,57	56,78	0,65	15,15%
20	28,99	27,56	56,55	0,59	15,50%
25	28,57	27,53	56,10	0,48	16,17%
30	28,29	27,52	55,81	0,40	16,60%

Tabla 41. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro terreno de la vivienda objeto en Sevilla.

Referencia 2,6 cm de aislamiento en muro terreno					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
4	37,85	27,89	65,74	0,84	1,76%
5	37,40	27,79	65,19	0,72	2,59%
6	37,06	27,72	64,78	0,63	3,20%
7	36,79	27,67	64,46	0,56	3,68%
8	36,60	27,63	64,23	0,50	4,02%
10	36,30	27,56	63,86	0,41	4,57%
12	36,09	27,52	63,61	0,35	4,95%
14	35,93	27,47	63,40	0,31	5,26%
16	35,80	27,45	63,25	0,27	5,48%
18	35,71	27,43	63,14	0,25	5,65%
20	35,63	27,41	63,04	0,22	5,80%
25	35,48	27,38	62,86	0,18	6,07%
30	35,38	27,36	62,74	0,15	6,25%

Se ha empleado EPS poliestireno expandido como elemento aislante, con un espesor de 2,4 cm de aislante para lograr el valor de la transmitancia límite del forjado terreno de $1 \frac{W}{m^2 \times K}$. Tras el análisis de sensibilidad, se observa que sucede lo mismo que con el muro terreno, con lo que se ha elegido un espesor para el aislante de 8 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica del forjado terreno será de $0,40 \frac{W}{m^2 \times K}$.

Tabla 42. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del forjado terreno de la vivienda objeto en Sevilla.

Referencia 2,4 cm de aislamiento en forjado terreno					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
4	37,23	27,79	65,02	1,19	2,84%
5	36,60	27,68	64,28	1,02	3,95%
6	36,15	27,61	63,76	0,88	4,72%
8	35,51	27,52	63,03	0,69	5,81%
10	35,10	27,47	62,57	0,57	6,50%
12	34,81	27,43	62,24	0,49	6,99%
14	34,59	27,41	62,00	0,42	7,35%
16	34,42	27,39	61,81	0,38	7,64%
18	34,28	27,38	61,66	0,34	7,86%
20	34,17	27,37	61,54	0,31	8,04%
25	33,97	27,36	61,33	0,25	8,35%
30	33,82	27,36	61,18	0,21	8,58%

Para las particiones interiores de la vivienda se ha empleado EPS poliestireno expandido como elemento aislante. Tras el análisis de sensibilidad, se observa que la reducción de la demanda energética producida por las particiones interiores que delimitan con zonas no acondicionadas es prácticamente nula. Incluso en el caso de las particiones verticales interiores sucede el efecto contrario al esperado. Por tanto, los cerramientos interiores se han ajustado al valor límite exigido y se decide invertir en la envolvente térmica de la vivienda.

Tabla 43. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de las particiones interiores verticales de la vivienda objeto en Sevilla.

Referencia 1,8 cm aislamiento en particiones interiores verticales					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
3	38,89	28,11	67	-0,13	-0,12%

Tabla 44. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de las particiones interiores que delimitan con unidades de distinto uso de la vivienda objeto en Sevilla.

Referencia 2 cm aislamiento en particiones interiores delimitando con otros usos					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
4	38,71	28,09	66,8	0,08	0,18%
6	38,66	28,08	66,74	0,05	0,27%

Para el estudio de sensibilidad de los huecos en la demanda energética de la vivienda, se han introducido en HULC los valores de transmitancia térmica que aparecen en la tabla x., para el conjunto formado por el vidrio y la carpintería del marco. La permeabilidad de los huecos se ha reducido hasta el valor de $27 \frac{m^3}{h \times m^2}$. Por lo tanto, se ha elegido para el conjunto del hueco con una transmitancia térmica de $2,94 \frac{W}{m^2 \times K}$.

Tabla 45. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de los huecos de la vivienda objeto en Sevilla.

Referencia transmitancia 4,2 W/m ² K en huecos				
U (W/m ² K)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
4	37,97	28,29	66,26	0,99%
3,78	37,13	28,5	65,63	1,93%
3,36	35,43	28,93	64,36	3,83%
2,94	33,75	29,38	63,13	5,66%
2,52	32,01	29,87	61,88	7,53%
2,1	30,28	30,39	60,67	9,34%
1,68	28,53	30,94	59,47	11,13%

Se puede observar que la demanda energética de calefacción sufre una gran disminución, mientras que la demanda energética de refrigeración aumenta. Como se ha mencionado anteriormente, para poder reducir esta última demanda, se ha optado por colocar elementos de sombra. Así pues, en el Documento de Apoyo al Documento Básico de Ahorro de Energía (DA DB-HE) se encuentran las directrices para calcular la transmitancia total media mensual de energía solar de huecos con dispositivos sombra móvil, la cual se define mediante la siguiente expresión:

$$g_{gl;wi;m} = (1 - f_{sh;with})g_{gl;wi} + f_{sh;with} \times g_{gl;sh,wi} \quad (12)$$

Siendo,

$f_{sh;with}$ es la fracción de tiempo con el dispositivo de sombra móvil activado, o factor reductor para sombreamientos solares móviles;

$g_{gl;wi}$ es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento sin el dispositivo de sombra móvil activado;

$g_{gl;sh;wi}$ es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con el dispositivo de sombra móvil activado.

Para realizar la simulación, se han escogido vidrios dobles con persianas blancas como dispositivo solar móvil. Para determinar $f_{sh;with}$ se ha empleado la Tabla 15.a del DA DB-HE. Así pues, para los huecos orientados al este, la transmitancia total media mensual de energía solar es la siguiente:

$$g_{huecos_este} = (1-0,75)*0,68 + 0,75*0,05 = 0,21 \frac{W}{m^2 \times K}$$

Aplicando los cambios mencionados en la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente térmica del edificio, la nueva demanda energética será la siguiente:

Tabla 46. Elaboración propia. Demanda energética total final de la vivienda objeto en Sevilla.

Localidad	Demanda del edificio objeto (kWh/m ² año)	
	Calefacción	Refrigeración
Sevilla	14,82	16,05

Como se puede observar, tanto la demanda energética de calefacción como de refrigeración se encuentran por debajo de los valores límites exigidos. Por lo tanto, la vivienda cumple con la exigencia HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía.

- **Exigencia HE3.**

Esta exigencia no es de obligado cumplimiento al excluirse del ámbito de aplicación el interior de las viviendas.

- **Exigencia HE4.**

La vivienda debe tener una contribución solar mínima anual de ACS para poder cumplir con la exigencia HE4 del DB HE. En primer lugar, se debe calcular la demanda mínima de ACS que necesitará la vivienda. La demanda de referencia de ACS para edificios de uso residencial privado se obtendrá considerando unas necesidades de 28 litros/día*persona (a 60°C) y una ocupación al menos igual a la mínima establecida en la siguiente tabla:

Tabla 47. Elaboración propia basada en [6]. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de personas	1,5	3	4	5	6	6	7

El consumo de ACS a una temperatura (T), de preparación, distribución o uso, distinta de la de referencia (60°C), se puede obtener a partir del consumo de ACS a la temperatura de referencia usando las siguientes expresiones:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T) \quad (13)$$

Siendo,

$$D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \frac{60-T_i}{T-T_i} \quad (14)$$

donde,

$D(T)$ es la demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida;

$D_i(T)$ es la demanda de agua caliente sanitaria para el mes i , a la temperatura T elegida;

$D_i(60^\circ\text{C})$ es la demanda de agua caliente sanitaria para el mes i , a la temperatura de 60°C ;

T es la temperatura del acumulador final;

T_i es la temperatura media del agua fría en el i (según el Anejo G del DB HE).

En este caso, la vivienda unifamiliar cuenta con 6 dormitorios, lo que corresponde con el valor de 6 personas. Por tanto, la demanda mínima de ACS a 60°C es de 168l/día. El equipo propuesto para cubrir la demanda de ACS pertenece a la marca Mitsubishi, el cual proporciona el caudal de agua a 55°C . Así pues, se procede a calcular la demanda de ACS a esta temperatura, utilizando la expresión x y los valores del Anejo G del Documento Básico de Ahorro de Energía, del cual se ha extraído la información necesaria en la tabla x .

Tabla 48. Elaboración propia basada en [6]. Temperatura diaria media mensual de agua fría ($^\circ\text{C}$).

Capital de provincia	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Sevilla	11	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11

$$D(50C) = 168 \left[3 \left(\frac{60-11}{55-11} \right) + 2 \left(\frac{60-13}{55-13} \right) + \frac{60-14}{55-14} + 2 \left(\frac{60-16}{55-16} \right) + \frac{60-19}{55-19} + 2 \left(\frac{60-21}{55-21} \right) + \frac{60-20}{55-20} \right] = 189,47 \text{ l/día}$$

Una vez determinada la demanda, se procede a comprobar a que zona climática pertenece la vivienda. Como se puede observar en la figura 20. Sevilla pertenece a la zona climática 3. Con este dato junto a la demanda de la vivienda, se observa en la tabla 7 que la contribución solar mínima anual para ACS es un 40%.

Se debe comprobar que el equipo instalado de aerotermia para ACS tiene valores inferiores de consumo de energía primaria no renovable y emisiones de CO_2 en comparación con un sistema formado por captadores solares y una caldera de gas natural como elemento de apoyo. En la tabla 48. se han efectuado los cálculos necesarios para comprobar el cumplimiento de la exigencia HE4 empleando este equipo. La demanda de ACS se ha obtenido mediante la Herramienta Unificada Líder-Calener.

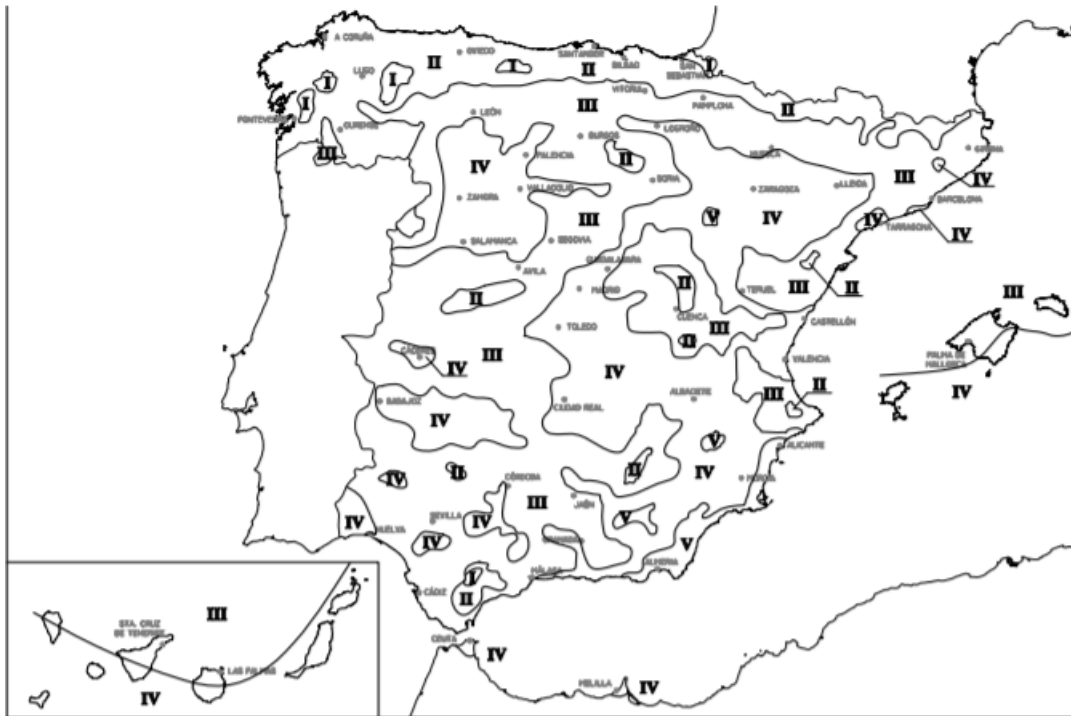


Figura 20. Fuente [11]. Mapa de las distintas zonas climáticas en España.

Tabla 49. Elaboración propia basada en [5]. Eficiencia de los sistemas de referencia.

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

Tabla 50. Elaboración propia basada en [12]. Factores de emisión de CO₂ coeficientes de paso a energía primaria de edificios en España.

FUENTE DE ENERGÍA	FACTORES DE PASO DE ENERGÍA FINAL	
	A Energía Primaria No Renovable (kWh _{EPNR} /kWh _{EF})	A emisiones de CO ₂ (kg _{CO2} /kWh _{EF})
Electricidad	1,954	0,331
Gas natural	1,190	0,252

Tabla 51. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Demanda ACS (kWh)	3267,29	3267,29
Demanda ACS cubierta por paneles solares	0%	40%
Eficiencia estacional equipo	4,69	0,92
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	$3267,29/4,69 = 696,45$	$3267,29*0,6/0,92 = 2130,84$
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	$696,45*1,954 = \mathbf{1360,86}$	$2130,84*1,190 = \mathbf{2535,70}$
Emissiones de CO ₂ (kgCO ₂)	$696,45*0,331 = \mathbf{230,52}$	$2130,84*0,252 = \mathbf{536,97}$

Como se puede observar, tanto el consumo de energía primaria no renovable como las emisiones de CO₂ producidas por el sistema de aerotermia propuesto es menor que la alternativa formada por la caldera de gas natural y captadores solares. Por lo tanto, se cumple la exigencia HE4 del DB HE.

- **Exigencia HE0.**

Para cumplir con las condiciones de la exigencia HE0 del DB HE, el consumo energético de energía primaria no renovable de la vivienda debe ser inferior al valor límite estipulado en la tabla 2. Por lo tanto, utilizando la expresión 1 y situándose la vivienda en la zona climática de invierno B con una superficie de 613m², el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable será:

$$C_{ep,lim} = 45 + 1000/613 = 46,63 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$$

Para determinar la potencia necesaria de los equipos de climatización a instalar, se ha empleado la herramienta CLIMA. Este programa permite calcular tanto las cargas sensibles, debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los cerramientos opacos y traslúcidos, como las cargas latentes introducidas en la vivienda debidas en mayor medida a las infiltraciones de aire. Una vez efectuada la simulación, el programa ha calculado una ratio de cargas térmicas de refrigeración y calefacción de $49,47 \frac{W}{m^2}$ y $25,75 \frac{W}{m^2}$, respectivamente. Por tanto, la carga térmica total de la vivienda es de 30,31 kW.

Con los datos proporcionados por la herramienta CLIMA, se ha buscado un sistema de climatización adecuado para la vivienda. Se ha empleado un sistema de volumen de refrigerante variable (VRV) de la marca Mitsubishi, de una potencia nominal de 28 kW en refrigeración y 31,5 kW en calefacción, con un consumo nominal de 5,78 kW y 6,04 kW, respectivamente. Mediante la simulación de la vivienda en la Herramienta Unifica Líder-Calener se ha procedido a comprobar el cumplimiento de esta exigencia.

Los datos que se han obtenido sobre el consumo de energía primaria no renovable de la vivienda han sido de $9,2 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para calefacción, $8,2 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para refrigeración y $1,1 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para ACS, consumiendo un total de $18,5 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$. Por lo tanto, la vivienda unifamiliar cumple con la exigencia HE0 del Documento Básico de Ahorro de Energía.

4.2.2 Vivienda ubicada en Valladolid

- **Exigencia HE1.**

Al igual que en el caso de Sevilla, se ha introducido en HULC los valores límite de las transmitancias térmicas de la envolvente del edificio junto al caudal de ventilación. Así pues, los resultados obtenidos respecto de la demanda térmica son los siguientes:

Tabla 52. Elaboración propia. Demanda térmica total de la vivienda objeto en Valladolid.

Localidad	Demanda del edificio objeto (kWh/m ² año)	
	Calefacción	Refrigeración
Valladolid	68,51	10,78

Debido a que la vivienda se encuentra en la zona climática de invierno D, es necesario emplear la expresión 2, junto a los valores de tabla 2, para calcular la demanda energética límite de calefacción. Por lo tanto, los valores de la demanda límite que debe tener la vivienda para cumplir la exigencia HE1 son los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 53. Elaboración propia. Demanda térmica límite de la vivienda objeto en Valladolid.

Localidad	Demanda límite (kWh/m ² año)	
	Calefacción	Refrigeración
Valladolid	30,26	15

Como se puede observar, la demanda térmica de refrigeración cumple con el valor límite exigido en el CTE. Así pues, sólo es necesario reducir la demanda energética de calefacción para cumplir con la exigencia HE1.

Al igual que en el anterior caso, se exponen los resultados del análisis de sensibilidad de cada cerramiento y la transmitancia térmica escogida para cada uno de ellos.

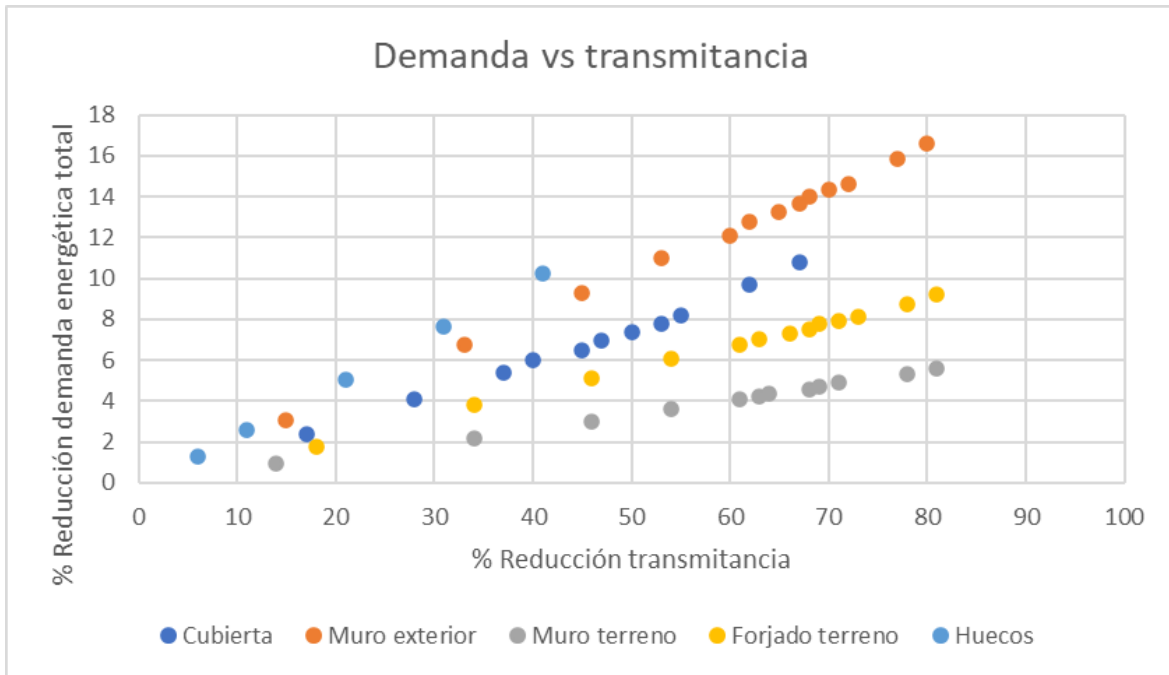


Figura 21. Elaboración propia. Comparativa entre la reducción de la demanda energética frente a reducción de la transmitancia, en Valladolid.

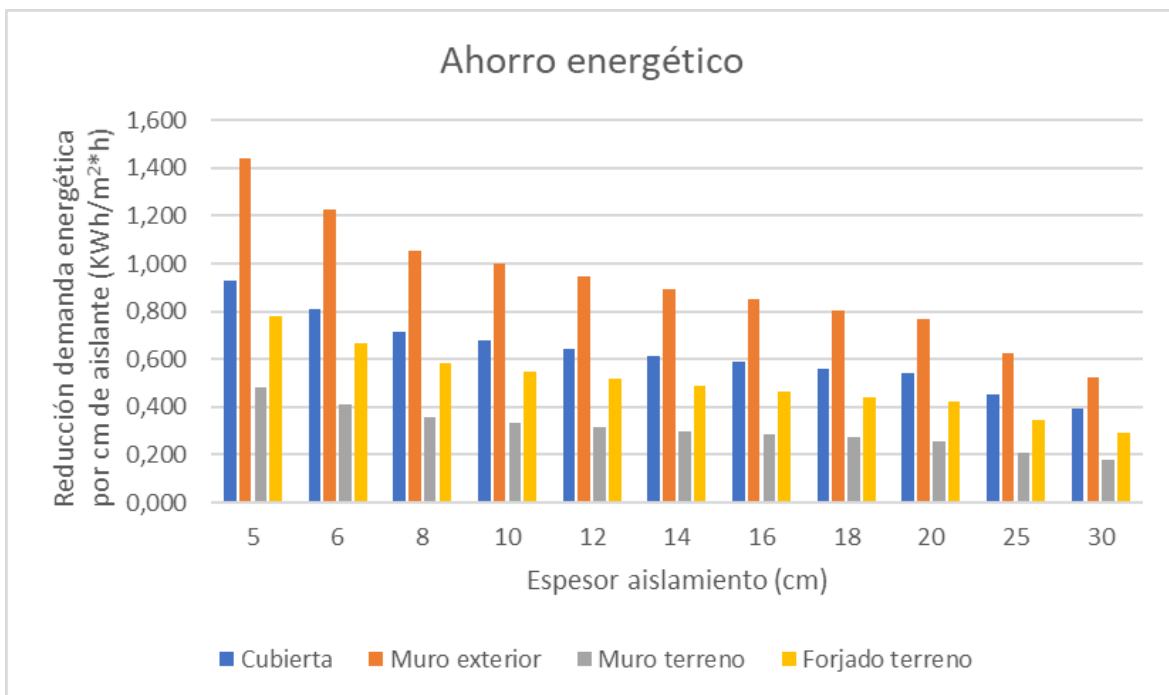


Figura 22. Elaboración propia. Comparativa entre la reducción de la demanda energética frente al aumento del aislamiento de los cerramientos de la envolvente térmica, en Valladolid.

Tras efectuar el análisis de sensibilidad, se puede observar en la figura 21., que el cerramiento más crítico para la reducción de la demanda energética son los huecos, mientras que el resto de los cerramientos de la vivienda tienen un comportamiento similar al caso de Sevilla. Esto se debe a que las condiciones climáticas de invierno en Valladolid son más severas que en Sevilla, hecho que obliga a que la envolvente térmica de la vivienda sea más estricta. Así pues, se han elegido los huecos como principal agente reductor de la demanda energética de la vivienda, mientras que en el muro terreno no se sigue sin hacer una gran incidencia en su transmitancia térmica.

El aislamiento elegido para la cubierta es MW lana mineral. Para lograr el valor de la transmitancia límite de la cubierta, se ha utilizado un espesor de 8 cm de aislante. Tras el análisis de sensibilidad, se ha elegido un espesor para el aislante de 18 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica de la cubierta será de $0,2 \frac{W}{m^2 \times K}$.

Tabla 54. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de la cubierta de la vivienda objeto en Valladolid.

Referencia 8 cm de aislamiento en cubierta					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
6	71,20	10,80	82,00		-3,42%
10	66,66	10,77	77,43	0,93	2,35%
12	65,29	10,77	76,06	0,81	4,07%
14	64,22	10,78	75,00	0,72	5,41%
15	63,76	10,78	74,54	0,68	5,99%
16	63,34	10,79	74,13	0,65	6,51%
17	62,97	10,80	73,77	0,61	6,96%
18	62,62	10,80	73,42	0,59	7,40%
19	62,30	10,81	73,11	0,56	7,79%
20	61,99	10,82	72,81	0,54	8,17%
25	60,74	10,87	71,61	0,45	9,69%
30	59,77	10,93	70,70	0,39	10,83%

El valor negativo obtenido en “% Reducción demanda sobre edificio objeto” se debe a que la transmitancia térmica obtenida se encuentra por encima del límite establecido por la normativa. Así pues, la demanda total obtenida es mayor que la del edificio de referencia. Sólo se ha considerado este cálculo con objeto de conocer la evolución de los parámetros de demanda a estudiar.

Para el cerramiento del muro exterior, se ha escogido EPS poliestireno expandido con una conductividad de $0,037 \frac{W}{m \times K}$ como elemento aislante. Para lograr el valor de la transmitancia límite de $0,60 \frac{W}{m^2 \times K}$, se ha empleado un espesor de 4,9 cm de aislante. Tras el análisis de sensibilidad, se ha elegido un espesor para el aislante de 22 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica del muro exterior será de $0,16 \frac{W}{m^2 \times K}$.

Tabla 55. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro exterior de la vivienda objeto en Valladolid.

Referencia 4,9 cm de aislamiento en muro exterior					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
6	66,01	10,86	76,87	2,20	3,05%
8	62,94	10,97	73,91	1,74	6,79%
10	60,92	11,02	71,94	1,44	9,27%
12	59,51	11,07	70,58	1,23	10,98%
14	58,56	11,12	69,68	1,06	12,12%
15	58,03	11,13	69,16	1,00	12,78%
16	57,65	11,15	68,80	0,95	13,23%
17	57,31	11,16	68,47	0,89	13,65%
18	57,00	11,17	68,17	0,85	14,02%
19	56,73	11,19	67,92	0,81	14,34%
20	56,47	11,20	67,67	0,77	14,66%
22	56,02	11,21	67,23	0,71	15,21%
25	55,50	11,23	66,73	0,62	15,84%
30	54,84	11,26	66,10	0,53	16,64%

Se ha elegido EPS poliestireno expandido como elemento aislante. Se ha utilizado un espesor de 5 cm de aislante para lograr el valor de la transmitancia límite de $0,6 \frac{W}{m^2 \times K}$. Tras el análisis de sensibilidad, se ha observado que esta composición no tiene un gran efecto en la envolvente térmica de la vivienda. Así pues, se ha elegido un espesor para el aislante del muro terreno de 12 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica del muro terreno será de $0,33 \frac{W}{m^2 \times K'}$, tal como se puede observar en la tabla 56.

El aislante empleado ha sido EPS poliestireno expandido, con un espesor de 4,8 cm de aislante para lograr el valor de la transmitancia límite de $0,60 \frac{W}{m^2 \times K}$. Tras el análisis de sensibilidad, se observa que sucede lo mismo que con el muro terreno, con lo que se ha elegido un espesor para el aislante de 16 cm, con lo que la nueva transmitancia térmica del forjado terreno será de $0,21 \frac{W}{m^2 \times K'}$, indicada en la tabla 57.

Tabla 56. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del muro terreno de la vivienda objeto en Valladolid.

Referencia 5 cm de aislamiento en muro terreno					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda sobre edificio objeto
6	67,81	10,75	78,56	0,73	0,92%
8	66,83	10,72	77,55	0,58	2,19%
10	66,19	10,70	76,89	0,48	3,03%
12	65,73	10,69	76,42	0,41	3,62%
14	65,39	10,68	76,07	0,36	4,06%
15	65,26	10,67	75,93	0,34	4,24%
16	65,13	10,67	75,80	0,32	4,40%
17	65,02	10,67	75,69	0,30	4,54%
18	64,92	10,66	75,58	0,29	4,68%
19	64,83	10,66	75,49	0,27	4,79%
20	64,75	10,66	75,41	0,26	4,89%
25	64,43	10,65	75,08	0,21	5,31%
30	64,22	10,64	74,86	0,18	5,59%

Tabla 57. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad del forjado terreno de la vivienda objeto en Valladolid.

Referencia 4,8 cm de aislamiento en forjado terreno					
Espesor aislamiento (cm)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	Reducción demanda por cm aislante (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
6	67,08	10,79	77,87	1,18	1,79%
8	65,47	10,80	76,27	0,94	3,81%
10	64,40	10,82	75,22	0,78	5,13%
12	63,64	10,84	74,48	0,67	6,07%
14	63,07	10,85	73,92	0,58	6,77%
15	62,84	10,86	73,70	0,55	7,05%
16	62,63	10,86	73,49	0,52	7,31%
17	62,44	10,87	73,31	0,49	7,54%
18	62,27	10,87	73,14	0,47	7,76%
19	62,12	10,88	73,00	0,44	7,93%
20	61,98	10,88	72,86	0,42	8,11%
25	61,43	10,91	72,34	0,34	8,77%
30	61,05	10,93	71,98	0,29	9,22%

Se ha introducido en HULC el valor de $2,70 \frac{W}{m^2 \times K}$ de la transmitancia térmica límite., para el conjunto formado por el vidrio y la carpintería del marco. La permeabilidad de los huecos se ha reducido hasta el valor de $9 \frac{m^3}{h \times m^2}$. Por lo tanto, se ha elegido para el conjunto del hueco con una transmitancia térmica de $1,62 \frac{W}{m^2 \times K}$, que se corresponde con vidrios dobles bajos emisivos.

Tabla 58. Elaboración propia. Análisis de sensibilidad de los huecos de la vivienda objeto en Valladolid.

Referencia transmitancia 2,7 W/m ² K en huecos				
U (W/m ² K)	Demanda calefacción (KWh/m ² h)	Demanda refrigeración (KWh/m ² h)	Demanda energética total (KWh/m ² h)	% Reducción demanda total sobre edificio objeto
2,57	67,35	10,93	78,28	1,27%
2,43	66,17	11,09	77,26	2,56%
2,16	63,87	11,42	75,29	5,04%
1,89	61,46	11,78	73,24	7,63%
1,62	59,03	12,16	71,19	10,22%

Para calcular la transmitancia total media mensual de energía solar de huecos con dispositivos sombra móvil ($g_{gl;wi;m}$), se han escogido persianas blancas.

Aplicando los cambios mencionados en la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente térmica del edificio, la nueva demanda energética será la siguiente:

Tabla 59. Elaboración propia. Demanda energética total final de la vivienda objeto en Sevilla.

Localidad	Demanda del edificio objeto (kWh/m ² año)	
	Calefacción	Refrigeración
Valladolid	30,26	4,54

Como se puede observar, tanto la demanda energética de calefacción como de refrigeración se encuentran por debajo de los valores límites exigidos. Por lo tanto, la vivienda cumple con la exigencia HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía.

- **Exigencia HE3.**

Esta exigencia no es de obligado cumplimiento al excluirse del ámbito de aplicación el interior de las viviendas.

- **Exigencia HE4.**

Al igual que en caso de Sevilla, la demanda de ACS de la vivienda a 60°C es de 168l/día. Mediante la expresión 14 se procede a calcular la demanda de ACS a 55°C, dando un resultado de 187 l/día. Además, en la figura 20. se observa que Valladolid pertenece a la zona 4. Con todos estos datos se comprueba en la tabla 7. que la contribución solar mínima anual para ACS es un 50%.

Tabla 60. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Demanda ACS (kWh)	3537,01	3537,01
Demanda ACS cubierta por paneles solares	0%	50%
Eficiencia estacional equipo	4,69	0,92
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	3537,01/4,69 = 754,16	3537,01*0,5/0,92 = 1922,29
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	754,16*1,954 = 1473,63	1922,29*1,190 = 2287,52
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	754,16*0,331 = 249,63	1922,29*0,252 = 484,42

Tanto el consumo de energía primaria no renovable como las emisiones de CO₂ producidas por el sistema de aerotermia propuesto es menor que la alternativa formada por la caldera de gas natural y captadores solares. Por tanto, se cumple la exigencia HE4 del DB HE.

- **Exigencia HE0.**

Utilizando la expresión 1 y situándose la vivienda en la zona climática de invierno D con una superficie de 613m², el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable será:

$$C_{ep,lim} = 60 + 3000/613 = 64,89 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$$

Una vez efectuada la simulación en el programa CLIMA, se ha obtenido un ratio de cargas térmicas de refrigeración y calefacción de 40,84 $\frac{W}{m^2}$ y 24,14 $\frac{W}{m^2}$, respectivamente. Así pues, la carga total de la vivienda es de 25,02 kW.

Con los datos proporcionados por la herramienta CLIMA, se ha buscado un sistema de climatización adecuado para la vivienda. Se ha empleado un sistema de volumen de refrigerante variable (VRV) de la marca Mitsubishi, de una potencia nominal de 22,4 kW en refrigeración y 25 kW en calefacción, con un consumo nominal de 4,24 kW y 4,58 kW, respectivamente. Mediante la simulación de la vivienda en la Herramienta Unifica Líder-Calener se ha procedido a comprobar el cumplimiento de esta exigencia.

Los datos que se han obtenido sobre el consumo de energía primaria no renovable de la vivienda han sido de 11,6 $\frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para calefacción, 1,7 $\frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para refrigeración y 1,2 $\frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para ACS, consumiendo un total de 14,5 $\frac{kW \times h}{m^2 \times año}$. Por lo tanto, la vivienda unifamiliar cumple con la exigencia HE0 del Documento Básico de Ahorro de Energía.

4.3 Diseño vivienda según cumplimiento del DB HE de 2019

4.3.1 Vivienda ubicada en Sevilla

- **Exigencia HE1.**

Para la aprobación de la exigencia HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía, se deben cumplir 4 condiciones. La vivienda deberá tener un coeficiente global de transmisión de calor (K), una transmitancia térmica para cada elemento perteneciente a la envolvente térmica (U), un valor del parámetro de control solar (q_{sol}) y un valor de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa, inferiores a sus valores límites correspondientes. La demanda energética de la vivienda deja de ser un requisito para el cumplimiento de esta exigencia.

El primer factor a estudiar es la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa (n_{50}). El valor de la compacidad (V/A) se calcula mediante el cociente entre el volumen y la superficie de los cerramientos de la vivienda. Así pues, con un volumen de 2014 m³ y una superficie de los cerramientos de la envolvente de 1360,77 m², la relación es 1,48. Por tanto, de la tabla 15. se extrae que el valor límite de n_{50} es 6. El valor límite de este parámetro se calcula mediante la expresión x, con un caudal de aire para la parte opaca de la envolvente térmica de 16 m³/hm² según la tabla a-Anejo H del DB HE.

A pesar de introducir en HULC una permeabilidad nula para los huecos de la vivienda, no se consigue alcanzar el valor límite de n_{50} , obteniendo un valor mínimo de 6,04. Por tanto, se ha optado por elevar la altura de las plantas de la vivienda con tal de aumentar el volumen. Así pues, se ha elevado la altura de la planta baja y primera hasta 3,50 m. De esta manera, ahora la vivienda tiene una superficie de los cerramientos de 1404,85 m² y un volumen de 2177m³. Además, se ha aumentado la superficie de los huecos de 119 m² hasta 135 m² y se ha reducido la permeabilidad de los mismos hasta el valor de 3 m³/hm². Con estos nuevos datos, se vuelve a calcular el factor n_{50} , obteniendo un resultado de 5,99, esta vez por debajo del límite permitido. Por lo tanto, tras estos cambios la vivienda cumple el parámetro de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa.

La transmitancia térmica de los elementos que forman la envolvente térmica de la vivienda y el parámetro del coeficiente global de transmisión de calor (k) están relacionados, de manera que el segundo está sujeto a las variaciones de los valores de las transmitancias, según se puede comprobar en la expresión 4. Debido a que la vivienda tiene una compacidad (V/A) de 1,55, el valor límite k_{lim} se ha de calcular por interpolación según la tabla 12, obteniendo un resultado $k_{lim} = 0,79 \frac{W}{m^2 \times K}$.

Se han empleado los mismos materiales descritos en la exigencia HE1 del DB HE de 2013. Así pues, se han introducido los datos necesarios en HULC para alcanzar los valores límites de las transmitancias térmicas de la envolvente de la vivienda y se ha obtenido un coeficiente global de transmisión de calor de 0,75 el cual es superior al valor límite (k_{lim}).

A continuación, se indica los nuevos valores de transmitancia térmica empleados en los cerramientos de la vivienda para poder cumplir la condición de k_{lim} . Estos valores se han modificado según su relevancia en la envolvente térmica medida tras el análisis de sensibilidad.

- Para la cubierta se ha utilizado un espesor de 14 cm de MW lana mineral, con una conductividad de $0,04 \frac{W}{m \times K}$, obteniendo un nuevo valor de la transmitancia térmica de la cubierta de $0,25 \frac{W}{m^2 \times K}$.

- Para el cerramiento del muro exterior, se ha escogido 17 cm de EPS poliestireno expandido con una conductividad de $0,037 \frac{W}{m \times K}$ como elemento aislante, con lo que la nueva transmitancia térmica del muro exterior será de $0,20 \frac{W}{m^2 \times K}$.
- En el muro terreno, al igual que en el muro exterior, se ha elegido EPS poliestireno expandido como elemento aislante en el muro terreno. Se ha utilizado un espesor de 7 cm de aislante para lograr un nuevo valor de la transmitancia térmica de $0,36 \frac{W}{m^2 \times K}$.
- Para el forjado terreno se ha empleado EPS poliestireno expandido, con un espesor de 11 cm de aislante para lograr un valor de $0,30 \frac{W}{m^2 \times K}$ para la nueva transmitancia térmica
- Para las superficies de los huecos, formado por el conjunto del vidrio y la carpintería del marco, se ha introducido el valor de $1,87 \frac{W}{m^2 \times K}$, resultado de emplear vidrio doble bajo permisivo.

Una vez se han introducido estos nuevos parámetros referentes a la transmitancia térmica de la vivienda en HULC, se procede a realizar la simulación de la vivienda, obteniendo un valor del coeficiente global de transmisión de calor de $0,61 \frac{W}{m^2 \times K}$, cumpliendo así las condiciones K_{lim} y U_{lim} .

Se procede a estudiar el parámetro de control solar, última condición para cumplir la exigencia HE1. Debido a que nueva vivienda es de uso residencial privado, el valor límite $q_{sol;jul;lim} = 2 \frac{kWh}{m^2 \times mes}$. Al igual que en los anteriores casos, se emplean persianas blancas como dispositivo móvil junto a vidrios dobles bajo permisivo. La transmitancia total media mensual de energía solar se calcula según la expresión 12. Aplicando estos cambios en HULC, se obtiene $q_{sol} = 1,86 \frac{kWh}{m^2 \times mes}$, cumpliendo así con el valor límite.

Con la aprobación de las 4 condiciones mencionadas, la vivienda cumple con la exigencia HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía. Además, la nueva demanda energética de calefacción y refrigeración son $2,83 \frac{kWh}{m^2 \times año}$ y $15,02 \frac{kWh}{m^2 \times año}$, respectivamente.

- **Exigencia HE3.**

Esta exigencia no es de obligado cumplimiento al excluirse del ámbito de aplicación el interior de las viviendas.

- **Exigencia HE4.**

La demanda de ACS de la vivienda a 60°C es de 168 l/día. Mediante la expresión 14 se procede a calcular la demanda de ACS a 55°C, dando un resultado de 187 l/día. Observando la tabla 16. Se obtiene que la contribución renovable mínima anual para ACS es del 60%.

Tabla 61. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Demanda ACS (kWh)	3267,29	3267,29
Demanda ACS cubierta por paneles solares	0%	60%
Eficiencia estacional equipo	4,69	0,92
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	$3267,29/4,69 = 696,45$	$3267,29*0,4/0,92 = 1420,56$
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	$696,45*1,954 = \mathbf{1360,86}$	$1420,56*1,190 = \mathbf{1690,47}$
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	$696,45*0,331 = \mathbf{230,52}$	$1420,56*0,252 = \mathbf{357,98}$

Tanto el consumo de energía primaria no renovable como las emisiones de CO₂ producidas por el sistema de aerotermia propuesto es menor que la alternativa formada por la caldera de gas natural y captadores solares. También se debe cumplir que la eficiencia estacional del equipo propuesto es mayor que 2,5. Por tanto, se cumple la exigencia HE4 del DB HE.

- **Exigencia HE0.**

Para cumplir con las condiciones de la exigencia HE0 del DB HE, tanto el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren,lim}$) como el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) de la vivienda deben ser inferiores a los valores límite estipulados en las tabla 8 y 9, respectivamente. Por tanto, $C_{ep,nren,lim} = 28 \frac{kWh}{m^2 \times año}$ y $C_{ep,tot,lim} = 56 \frac{kWh}{m^2 \times año}$.

Para determinar la potencia necesaria de los equipos de climatización a instalar, se emplea la herramienta CLIMA. Una vez introducido los datos de las transmitancias térmicas, ventilación y otros parámetros de control de la vivienda, se ha efectuado una simulación, proporcionando unos resultados para la ratio de cargas térmicas de refrigeración y calefacción de $43,31 \frac{W}{m^2}$ y $18,95 \frac{W}{m^2}$, respectivamente. Por tanto, la carga total de la vivienda es de 26,54 kW.

Con los datos proporcionados por la herramienta CLIMA, se ha buscado un sistema de climatización adecuado para la vivienda. Se ha empleado un sistema de volumen de refrigerante variable (VRV) de la marca Mitsubishi, de una potencia nominal de 22,4 kW en refrigeración y 28 kW en calefacción, con un consumo nominal de 4,24 kW y 4,58 kW, respectivamente. Mediante la simulación de la vivienda en la Herramienta Unifica Líder-Calener se ha procedido a comprobar el cumplimiento de esta exigencia.

Los datos que se han obtenido sobre el consumo de energía primaria no renovable de la vivienda han sido de $1,63 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para calefacción, $5,64 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para refrigeración, $2,22 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para ACS y $1,74 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para la ventilación, consumiendo un total de $11,20 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$. Respecto al consumo de energía primaria total, los resultados han sido de $4,58 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para calefacción, $6,84 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para refrigeración, $6,89 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para ACS y $2,10 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para la ventilación, consumiendo un total de $22,40 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$. Además de estos consumos, se debe cumplir un límite de número de horas fuera de consigna de los equipos instalados, siendo este límite 350 horas. Tras la simulación en HULC, el resultado de este valor ha sido 110 horas. Por lo tanto, la vivienda unifamiliar cumple con la exigencia HE0 del Documento Básico de Ahorro de Energía.

4.3.2 Vivienda ubicada en Valladolid.

- **Exigencia HE1.**

Al igual que en el caso de Sevilla, se ha empezado por la condición de relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa (n_{50}). Debido a que la relación de compacidad es 1,48, el valor límite de n_{50} es 6. Como ocurría en el caso anterior, el valor mínimo obtenido es $n = 6,04$, por lo que sea optado por aumentar la altura de la planta baja y primera hasta 3,50 m. Además, se ha incrementado la superficie de los huecos de 119 m² hasta 148,62 m² y se ha reducido la permeabilidad de los mismos hasta el valor de 2 m³/hm². Con estos nuevos datos, se vuelve a calcular el factor n_{50} , obteniendo un resultado de 5,99, esta vez inferior del límite permitido.

La transmitancia térmica de los elementos que forman la envolvente térmica de la vivienda y el parámetro del coeficiente global de transmisión de calor (k) están relacionados, de manera que el segundo está sujeto a las variaciones de los valores de las transmitancias, según se puede comprobar en la expresión 4. Debido a que la vivienda tiene una compacidad (V/A) de 1,55, el valor límite k_{lim} se ha de calcular por interpolación según la tabla 12, obteniendo un resultado $k_{lim} = 0,64 \frac{W}{m^2 \times K}$.

Se han empleado los mismos materiales descritos en la exigencia HE1 del DB HE de 2013. Así pues, se han introducido los datos necesarios en HULC para alcanzar los valores límites de las transmitancias térmicas de la envolvente de la vivienda y se ha obtenido un coeficiente global de transmisión de calor de 0,72 el cual es superior al valor límite (k_{lim}).

A continuación, se indica los nuevos valores de transmitancia térmica empleados en los cerramientos de la vivienda para poder cumplir la condición de k_{lim} . Estos valores se han modificado según su relevancia en la envolvente térmica medida tras el análisis de sensibilidad.

- Para la cubierta se ha utilizado un espesor de 22 cm de MW lana mineral, con una conductividad de $0,04 \frac{W}{m \times K}$, obteniendo un nuevo valor de la transmitancia térmica de la cubierta de $0,17 \frac{W}{m^2 \times K}$.
- Para el cerramiento del muro exterior, se ha escogido 22 cm de EPS poliestireno expandido con una conductividad de $0,037 \frac{W}{m \times K}$ como elemento aislante, con lo que la nueva transmitancia térmica del muro exterior será de $0,16 \frac{W}{m^2 \times K}$.
- En el muro terreno, al igual que en el muro exterior, se ha elegido EPS poliestireno expandido como elemento aislante en el muro terreno. Se ha utilizado un espesor de 16 cm de aislante para lograr un nuevo valor de la transmitancia térmica de $0,22 \frac{W}{m^2 \times K}$.
- Para el forjado terreno se ha empleado EPS poliestireno expandido, con un espesor de 18 cm de aislante para lograr un valor de $0,19 \frac{W}{m^2 \times K}$ para la nueva transmitancia térmica
- Para las superficies de los huecos, formado por el conjunto del vidrio y la carpintería del marco, se ha introducido el valor de $1,72 \frac{W}{m^2 \times K}$, resultado de emplear vidrio doble bajo permisivo.

Una vez se han introducido estos nuevos parámetros referentes a la transmitancia térmica de la vivienda en HULC, se procede a realizar la simulación de la vivienda, obteniendo un valor del coeficiente global de transmisión de calor de $0,51 \frac{W}{m^2 \times K}$, cumpliendo así las condiciones k_{lim} y U_{lim} .

Se procede a estudiar el parámetro de control solar, última condición para cumplir la exigencia HE1. Al igual que en los anteriores casos, se emplean persianas blancas como dispositivo móvil junto a vidrios dobles bajo permisivo. La transmitancia total media mensual de energía solar se calcula según la

expresión 12. Aplicando estos cambios en HULC, se obtiene $q_{sol} = 1,90 \frac{kWh}{m^2 \times mes}$, inferior al valor límite cumpliendo así con el valor límite $q_{sol;jul;lim} = 2 \frac{kWh}{m^2 \times mes}$.

Con la aprobación de las 4 condiciones mencionadas, la vivienda cumple con la exigencia HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía. Además, la nueva demanda energética de calefacción y refrigeración son $24,61 \frac{kWh}{m^2 \times año}$ y $4,31 \frac{kWh}{m^2 \times año}$, respectivamente.

- **Exigencia HE3.**

Esta exigencia no es de obligado cumplimiento al excluirse del ámbito de aplicación el interior de las viviendas.

- **Exigencia HE4.**

Al igual que en el caso de Sevilla, la contribución renovable mínima anual para ACS es del 60%. Empleando la expresión 14. Se obtiene que la demanda de ACS a 55°C es de 187l/día. En la tabla 62. se comprueba si se cumplen las condiciones de la exigencia HE4.

Tabla 62. Elaboración propia basada en [12]. Cumplimiento equipo empleado en ACS.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Demanda ACS (kWh)	3537,01	3537,01
Demanda ACS cubierta por paneles solares	0%	60%
Eficiencia estacional equipo	4,69	0,92
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	$3537,01/4,69 = 754,16$	$3537,01 * 0,4/0,92 = 1537,83$
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	$754,16 * 1,954 = \mathbf{1473,63}$	$1537,83 * 1,190 = \mathbf{1830,02}$
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	$754,16 * 0,331 = \mathbf{249,63}$	$1537,83 * 0,252 = \mathbf{387,53}$

El consumo de energía primaria no renovable y las emisiones de CO2 producidas por el sistema de aerotermia propuesto es menor que la alternativa formada por la caldera de gas natural y captadores solares. Además, la eficiencia estacional del equipo propuesto es mayor que 2,5. Por tanto, se cumple la exigencia HE4 del DB HE.

- **Exigencia HE0.**

Para cumplir con las condiciones de la exigencia HE0 del DB HE, tanto el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren,lim}$) como el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) de la vivienda deben ser inferiores a los valores límite estipulados en las tabla 8 y 9, respectivamente. Por tanto, $C_{ep,nren,lim} = 38 \frac{kWh}{m^2 \times año}$ y $C_{ep,tot,lim} = 76 \frac{kWh}{m^2 \times año}$.

Para determinar la potencia necesaria de los equipos de climatización a instalar, se emplea la herramienta CLIMA. Una vez introducido los datos de las transmitancias térmicas, ventilación y otros parámetros de control de la vivienda, se ha efectuado una simulación, proporcionando unos resultados para la ratio de cargas térmicas de refrigeración y calefacción de $40,34 \frac{W}{m^2}$ y $23,23 \frac{W}{m^2}$, respectivamente. Por tanto, la carga total de la vivienda es de 24,72 kW.

Con los datos proporcionados por la herramienta CLIMA, se ha buscado un sistema de climatización adecuado para la vivienda. Se ha empleado un sistema de volumen de refrigerante variable (VRV) de la marca Mitsubishi, de una potencia nominal de 22,4 kW en refrigeración y 25 kW en calefacción, con un consumo nominal de 4,24 kW y 4,58 kW, respectivamente. Mediante la simulación de la vivienda en la Herramienta Unifica Líder-Calener se ha procedido a comprobar el cumplimiento de esta exigencia.

Los datos que se han obtenido sobre el consumo de energía primaria no renovable de la vivienda han sido de $12,40 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para calefacción, $1,86 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para refrigeración, $2,42 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para ACS y $1,72 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para la ventilación, consumiendo un total de $18,40 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$. Respecto al consumo de energía primaria total, los resultados han sido de $35,50 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para calefacción, $2,25 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para refrigeración, $7,46 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para ACS y $2,08 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$ para la ventilación, consumiendo un total de $47,30 \frac{kW \times h}{m^2 \times año}$. Además de estos consumos, se debe cumplir un límite de número de horas fuera de consigna de los equipos instalados, siendo este límite 350 horas. Tras la simulación en HULC, el resultado de este valor ha sido 174 horas. Por lo tanto, la vivienda unifamiliar cumple con la exigencia HE0 del Documento Básico de Ahorro de Energía.

5. CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos en los diversos estudios realizados en el presente proyecto, se ha llegado a una serie de conclusiones en materia ahorro energético mediante el diseño pasivo de edificios.

Referente a la comparación entre las dos zonas climáticas adversas, cabe destacar que la vivienda ubicada en Valladolid, con una severidad climática de invierno mayor que la de Sevilla, necesitará una mayor inversión en cuanto a los cerramientos de la envolvente térmica, de manera que el flujo de energía a través de ellos sea menor. En cambio, los equipos empleados para la climatización de la vivienda serán más económicos, pues no requieren de tanta potencia como en Sevilla, donde las cargas de refrigeración son más elevadas.

En cuanto a la aplicación del nuevo Documento Básico de Ahorro de Energía de 2019 respecto del 2013, cabe destacar en mayor medida las condiciones a cumplir exigidas en la sección HE1. Como se ha demostrado, la incorporación del valor límite del cambio de aire con una presión de 50 Pa, n_{50} , afecta directamente a la estructura de la vivienda, de manera que no todas las construcciones diseñadas anteriormente serán válidas a partir de ahora.

Respecto a la transmitancia de los cerramientos de la envolvente térmica, a pesar de reducir su valor límite, el elemento característico es el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (k), el cual limita el flujo de energía total de la vivienda y no de cada elemento aislado. De esta forma la composición de la vivienda debe ser más eficiente para no superar el valor límite de k .

A pesar de que para reducir la demanda energética de refrigeración se empleaban elementos de sombra por a ser la manera más efectiva para hacerlo, con la entrada del nuevo DB HE será de obligado cumplimiento debido al valor del parámetro de control solar q_{sol} .

La incorporación de estos nuevos parámetros en el diseño de una vivienda provoca que las cargas introducidas tanto de refrigeración como de calefacción se vean reducidas. Este hecho se demuestra perfectamente en el estudio realizado en este trabajo, ya que a pesar de haber tenido que aumentar el volumen de la vivienda y la superficie de los huecos en gran medida, las cargas térmicas se han visto reducidas tanto en Sevilla como en Valladolid respecto al diseño efectuado según la normativa del DB HE de 2013.

Con la reducción de las cargas térmicas introducidas en la vivienda, los equipos empleados serán de menor potencia y por tanto se reducirá drásticamente la cantidad de emisiones de CO₂. A este factor se debe sumar la incorporación de una contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS o en su defecto, un rendimiento mínimo para las bombas de calor.

Es necesario destacar que este estudio se ha realiza como una demostración práctica de todos los cambios proporcionados por el nuevo DB HE y que para cualquier otra vivienda se deberá estudiar los distintos parámetros que la rodean como la geometría, orientación y localización entre otros, para comprobar dichos efectos.

En términos generales, se ha de diseñar una vivienda con el objetivo de que sea energéticamente lo más eficiente posible y reducir de este modo su demanda energética y todas las emisiones contaminantes que provoca suplirla.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1]. “Informe de síntesis sobre Cambio climático 2014”, Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

[2]. “Actualización 2020 de la estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España”, Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020.

https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es_ltrs_2020.pdf

[3]. “Directiva 2010/31/UE de eficiencia energética de los edificios”, Diario Oficial de la Unión Europea, 2010.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:ES:PDF>

[4]. “Conceptos básicos sobre la modificación del Código Técnico de la Edificación”

https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/documentoDivulgativo/Conceptos_basicos_RD_732_2019.pdf

[5]. “Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía”, Boletín Oficial del Estado del 12/09/2013 con corrección de errores del BOE del 08/11/2013.

https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE_201806.pdf

[6]. “Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía”, BOE del 27/12/2019.

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE.pdf>

[7]. Mapa geográfico de Bormujos.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Bormujos>

[8]. Sede Electrónica del Catastro.

<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>

[9]. Mapa geográfico de Arroyo de la Encomienda.

https://es.wikipedia.org/wiki/Arroyo_de_la_Encomienda

[10]. “Documento de Apoyo al Documento Básico de Ahorro de Energía” (DA DB-HE/1)

https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DA_DB-HE-1_Calculo_de_parametros_caracteristicos_de_la_envolvente.pdf

[11]. “Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad”, BOE 12/09/2013 con corrección de errores del BOE del 08/11/2013.

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf>

[12]. “Nota informativa sobre la instalación de bombas de calor para producción de ACS en sustitución de la contribución solar mínima de ACS exigida por la HE4 del CTE”

http://gcee.aven.es/images/documentacion/2018_05_Bombas_de_Calor.pdf

PRESUPUESTOS

1. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE SEVILLA SEGÚN DB HE 2013

Nº Orden	Uds.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
SISTEMAS CLIMATIZACIÓN					
1	Climatización Generación				
1.1	Producción - Sistema bomba de calor				
		Suministro e instalación de condensador de sistemas VRV de Mitsubishi modelo City Multi PUHY-P250YNW-A, bomba de calor aire-aire, con potencia de 28 y 31,5 kW en frío y calor, respectivamente. Alimentación eléctrica de 400 V, compresor con control Inverter y fluido frigorífico R410 A, con desagües, antivibradores, accesorios, conexionado eléctrico y de tuberías, recarga de líquido refrigerante R410 A, pruebas y puesta en marcha. Totalmente instalado y en funcionamiento.			7.264,27
1.1.1	ud		1	7.264,27	7.264,27
2	Climatización Distribución				
2.1	Unidades interiores - evaporadoras				
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P20VMA-E, DC inverter, de 2,2 a 2,5 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			5.878,74
2.1.1	ud		1	1.306,71	1.306,71
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P140VMA-E, DC inverter, de 16 a 18 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.917,93
2.1.2	ud		1	1.917,93	1.917,93
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEAD-M50JA, DC inverter, de 5 a 6 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.142,40
2.1.3	ud		1	1.142,40	1.142,40
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEAD-M100JA, DC inverter, de 9,5 a 11,2 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.511,70
2.1.4	ud		1	1.511,70	1.511,70
2.2	Equipo distribución				
		Suministro y montaje de unidad Branch Box de 3 puertos marca Mitsubishi modelo PAC-MK33BC. Incluye antivibradores, derivaciones, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			874,58
2.2.1	ud		1	874,58	874,58
2.3	Elementos difusión				
		Suministro y montaje de conducto en placa rígida de fibra de vidrio para aislamientos (MW) UNE-EN 13162 grueso de 25 mm, con conductividad térmica < 0,033 W/Mk, con lámina multicapa de aluminio. Modelo Climaver PLUS, montado empotrado en cámara de falso techo.			3.244,55
2.3.1	m2		122,76	26,43	3.244,55
		Rejilla para impulsión y retorno marca MADEL modelo lineal de marco de 24 LMT con doble deflexión. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.760,60
2.3.2	ud		40	44,02	1.760,60
3	Agua caliente sanitaria				
3.1	Intercambiador				
		Suministro y montaje de intercambiador marca Mitsubishi modelo ERST20C-VM2D con depósito de 200 L para funcionamiento con sistema VRV. Incluye accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			3.899,94
3.1.1	ud		1	3.899,94	3.899,94
4	Ventilación mecánica controlada				
4.1	Sistema VMC				
		Suministro y montaje de sistema VMC mediante equipo recuperador de calor marca S&P modelo AD160. Instalación mediante conducto PVC y semiflexible. Totalmente instalado y en funcionamiento.			4.169,54
4.1.1	ud		1	4.169,54	4.169,54
TOTAL SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN					27.092,22

2. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE VALLADOLID SEGÚN DB HE 2013

Nº Orden	Uds.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
SISTEMAS CLIMATIZACIÓN					
1	Climatización Generación				
1.1	Producción - Sistema bomba de calor				
		Suministro e instalación de condensador de sistemas VRV de Mitsubishi modelo City Multi PUYH-P200YNW-A, bomba de calor aire-aire, con potencia de 22,5 y 25 kW en frío y calor, respectivamente. Alimentación eléctrica de 400 V, compresor con control Inverter y fluido frigorífico R410 A, con desagües, antivibradores, accesorios, conexionado eléctrico y de tuberías, recarga de líquido refrigerante R410 A, pruebas y puesta en marcha. Totalmente instalado y en funcionamiento.			6.617,41
1.1.1	ud		1	6.617,41	6.617,41
2	Climatización Distribución				
2.1	Unidades interiores - evaporadoras				
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P20VMA-E, DC inverter, de 2,2 a 2,5 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			5.807,83
2.1.1	ud		1	1.306,71	1.306,71
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P125VMA-E, DC inverter, de 14 a 16 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.817,36
2.1.2	ud		1	1.817,36	1.817,36
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEAD-M50JA, DC inverter, de 5 a 6 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.142,40
2.1.3	ud		1	1.142,40	1.142,40
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P71VMA-E, DC inverter, de 8 a 9 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.541,36
2.1.4	ud		1	1.541,36	1.541,36
2.2	Equipo distribución				
		Suministro y montaje de unidad Branch Box de 3 puertos marca Mitsubishi modelo PAC-MK33BC. Incluye antivibradores, derivaciones, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			874,58
2.2.1	ud		1	874,58	874,58
2.3	Elementos difusión				
		Suministro y montaje de conducto en placa rígida de fibra de vidrio para aislamientos (MW) UNE-EN 13162 grueso de 25 mm, con conductividad térmica < 0,033 W/Mk, con lámina multicapa de aluminio. Modelo Climaver PLUS, montado empotrado en cámara de falso techo.			2.949,59
2.3.1	m2		111,60	26,43	2.949,59
		Rejilla para impulsión y retorno marca MADEL modelo lineal de marco de 24 LMT con doble deflexión. Totalmente instalado y en funcionamiento.			1.617,60
2.3.2	ud		40	40,44	1.617,60
3	Agua caliente sanitaria				
3.1	Intercambiador				
		Suministro y montaje de intercambiador marca Mitsubishi modelo ERST20C-VM2D con depósito de 200 L para funcionamiento con sistema VRV. Incluye accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			3.899,94
3.1.1	ud		1	3.899,94	3.899,94
4	Ventilación mecánica controlada				
4.1	Sistema VMC				
		Suministro y montaje de sistema VMC mediante equipo recuperador de calor marca S&P modelo AD160. Instalación mediante conducto PVC y semiflexible. Totalmente instalado y en funcionamiento.			4.169,54
4.1.1	ud		1	4.169,54	4.169,54
TOTAL SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN					25.936,49

3. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE SEVILLA SEGÚN DB HE 2019

Nº Orden	Uds.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
SISTEMAS CLIMATIZACIÓN					
1	Climatización Generación				
1.1	Producción - Sistema bomba de calor				
		Suministro e instalación de condensador de sistemas VRV de Mitsubishi modelo City Multi PUHY-P200YNW-A, bomba de calor aire-aire, con potencia de 22,5 y 25 kW en frío y calor, respectivamente. Alimentación eléctrica de 400 V, compresor con control Inverter y fluido frigorífico R410 A, con desagües, antivibradores, accesorios, conexionado eléctrico y de tuberías, recarga de líquido refrigerante R410 A, pruebas y puesta en marcha. Totalmente instalado y en funcionamiento.			6.617,41
1.1.1	ud		1	6.617,41	6.617,41
2	Climatización Distribución				
2.1	Unidades interiores - evaporadoras				
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P20VMA-E, DC inverter, de 2,2 a 2,5 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			5.661,20
2.1.1	ud		1	1.306,71	1.306,71
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P125VMA-E, DC inverter, de 14 a 16 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.1.2	ud		1	1.817,36	1.817,36
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEAD-M50JA, DC inverter, de 5 a 6 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.1.3	ud		1	1.142,40	1.142,40
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEAD-M71JA, DC inverter, de 7,1 a 8 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.1.4	ud		1	1.394,73	1.394,73
2.2	Equipo distribución				
		Suministro y montaje de unidad Branch Box de 3 puertos marca Mitsubishi modelo PAC-MK33BC. Incluye antivibradores, derivaciones, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			874,58
2.2.1	ud		1	874,58	874,58
2.3	Elementos difusión				
		Suministro y montaje de conducto en placa rígida de fibra de vidrio para aislamientos (MW) UNE-EN 13162 grueso de 25 mm, con conductividad térmica < 0,033 W/Mk, con lámina multicapa de aluminio. Modelo Climaver PLUS, montado empotrado en cámara de falso techo.			
2.3.1	m2		113,83	26,43	3.008,58
		Rejilla para impulsión y retorno marca MADEL modelo lineal de marco de 24 LMT con doble deflexión. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.3.2	ud		40	41,87	1.674,80
3	Agua caliente sanitaria				
3.1	Intercambiador				
		Suministro y montaje de intercambiador marca Mitsubishi modelo ERST20C-VM2D con depósito de 200 L para funcionamiento con sistema VRV. Incluye accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			3.899,94
3.1.1	ud		1	3.899,94	3.899,94
4	Ventilación mecánica controlada				
4.1	Sistema VMC				
		Suministro y montaje de sistema VMC mediante equipo recuperador de calor marca S&P modelo AD160. Instalación mediante conducto PVC y semiflexible. Totalmente instalado y en funcionamiento.			4.169,54
4.1.1	ud		1	4.169,54	4.169,54
TOTAL SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN					25.906,05

4. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE VALLADOLID SEGÚN DB HE 2019

Nº Orden	Uds.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
SISTEMAS CLIMATIZACIÓN					
1	Climatización Generación				
1.1	Producción - Sistema bomba de calor				
		Suministro e instalación de condensador de sistemas VRV de Mitsubishi modelo City Multi PUHY-P200YNW-A, bomba de calor aire-aire, con potencia de 22,5 y 25 kW en frío y calor, respectivamente. Alimentación eléctrica de 400 V, compresor con control Inverter y fluido frigorífico R410 A, con desagües, antivibradores, accesorios, conexionado eléctrico y de tuberías, recarga de líquido refrigerante R410 A, pruebas y puesta en marcha. Totalmente instalado y en funcionamiento.			6.617,41
1.1.1	ud		1	6.617,41	6.617,41
2	Climatización Distribución				
2.1	Unidades interiores - evaporadoras				
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P20VMA-E, DC inverter, de 2,2 a 2,5 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			5.661,20
2.1.1	ud		1	1.306,71	1.306,71
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEFY-P125VMA-E, DC inverter, de 14 a 16 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.1.2	ud		1	1.817,36	1.817,36
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEAD-M50JA, DC inverter, de 5 a 6 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.1.3	ud		1	1.142,40	1.142,40
		Suministro y montaje de unidad interior para conductos V.R.V. bomba de calor marca Mitsubishi modelo PEAD-M71JA, DC inverter, de 7,1 a 8 kW en frío y calor, 230 V. Incluido línea frigorífica necesaria, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.1.4	ud		1	1.394,73	1.394,73
2.2	Equipo distribución				
		Suministro y montaje de unidad Branch Box de 3 puertos marca Mitsubishi modelo PAC-MK33BC. Incluye antivibradores, derivaciones, accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			874,58
2.2.1	ud		1	874,58	874,58
2.3	Elementos difusión				
		Suministro y montaje de conducto en placa rígida de fibra de vidrio para aislamientos (MW) UNE-EN 13162 grueso de 25 mm, con conductividad térmica < 0,033 W/Mk, con lámina multicapa de aluminio. Modelo Climaver PLUS, montado empotrado en cámara de falso techo.			
2.3.1	m2		111,60	26,43	2.949,59
		Rejilla para impulsión y retorno marca MADEL modelo lineal de marco de 24 LMT con doble deflexión. Totalmente instalado y en funcionamiento.			
2.3.2	ud		40	39,02	1.560,60
3	Agua caliente sanitaria				
3.1	Intercambiador				
		Suministro y montaje de intercambiador marca Mitsubishi modelo ERST20C-VM2D con depósito de 200 L para funcionamiento con sistema VRV. Incluye accesorios, conexionado eléctrico y de tubería. Totalmente instalado y en funcionamiento.			3.899,94
3.1.1	ud		1	3.899,94	3.899,94
4	Ventilación mecánica controlada				
4.1	Sistema VMC				
		Suministro y montaje de sistema VMC mediante equipo recuperador de calor marca S&P modelo AD160. Instalación mediante conducto PVC y semiflexible. Totalmente instalado y en funcionamiento.			4.169,54
4.1.1	ud		1	4.169,54	4.169,54
TOTAL SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN					25.732,86

ANEXO I: RESULTADOS CLIMA

1. RESULTADOS CLIMA EN SEVILLA SEGÚN DB HE 2013

Resumen de cargas térmicas en refrigeración

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 14; Mes: Agosto	30.17	28.30	49	229.79	0.43	0.14	229.79
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 13; Mes: Agosto	-	-	-	229.79	0.43	0.14	229.79
Zona_dem_1	Hora: 14; Mes: Agosto	30.17	28.30	49	229.79	0.43	0.14	229.79
P1_E1	Hora: 16; Mes: Agosto	0.31	0.28	31	3.72	0.01	0.00	3.72
P1_E3	Hora: 20; Mes: Agosto	1.04	0.91	25	15.83	0.03	0.01	15.83
P1_E4	Hora: 20; Mes: Agosto	0.71	0.62	23	11.41	0.02	0.01	11.41
P2_E1	Hora: 16; Mes: Agosto	0.70	0.62	29	9.12	0.02	0.01	9.12
P2_E2	Hora: 14; Mes: Agosto	1.87	1.66	27	26.10	0.05	0.02	26.10
P2_E3	Hora: 15; Mes: Agosto	2.36	2.25	66	13.48	0.03	0.01	13.48
P2_E4	Hora: 17; Mes: Agosto	0.33	0.30	33	3.73	0.01	0.00	3.73
P2_E5	Hora: 9; Mes: Agosto	14.85	14.41	59	94.49	0.18	0.06	94.49
P3_E1	Hora: 16; Mes: Agosto	0.25	0.22	25	3.72	0.01	0.00	3.72
P3_E2	Hora: 16; Mes: Agosto	0.37	0.32	25	5.52	0.01	0.00	5.52
P3_E3	Hora: 14; Mes: Agosto	8.05	7.70	71	42.68	0.08	0.03	42.68

Resumen de cargas térmicas en calefacción

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 6; Mes: Enero	-15.63	-15.63	-26	229.79	-0.73	-0.24	229.79
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 6; Mes: Enero	-	-	-	229.79	-0.73	-0.24	229.79
Zona_dem_1	Hora: 6; Mes: Enero	-15.63	-15.63	-26	229.79	-0.73	-0.24	229.79
P1_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.26	-0.26	-26	3.72	-0.01	-0.00	3.72
P1_E3	Hora: 8; Mes: Enero	-0.78	-0.78	-18	15.83	-0.05	-0.02	15.83
P1_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.54	-0.54	-18	11.41	-0.04	-0.01	11.41
P2_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.46	-0.46	-19	9.12	-0.03	-0.01	9.12
P2_E2	Hora: 6; Mes: Enero	-0.94	-0.94	-14	26.10	-0.08	-0.03	26.10
P2_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-1.07	-1.07	-30	13.48	-0.04	-0.01	13.48
P2_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.19	-0.19	-19	3.73	-0.01	-0.00	3.73
P2_E5	Hora: 6; Mes: Enero	-7.48	-7.48	-30	94.49	-0.30	-0.10	94.49
P3_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.12	-0.12	-12	3.72	-0.01	-0.00	3.72
P3_E2	Hora: 8; Mes: Enero	-0.18	-0.18	-12	5.52	-0.02	-0.01	5.52
P3_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-3.65	-3.65	-32	42.68	-0.14	-0.04	42.68

CÁLCULOS DETALLADOS POR ELEMENTO

Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

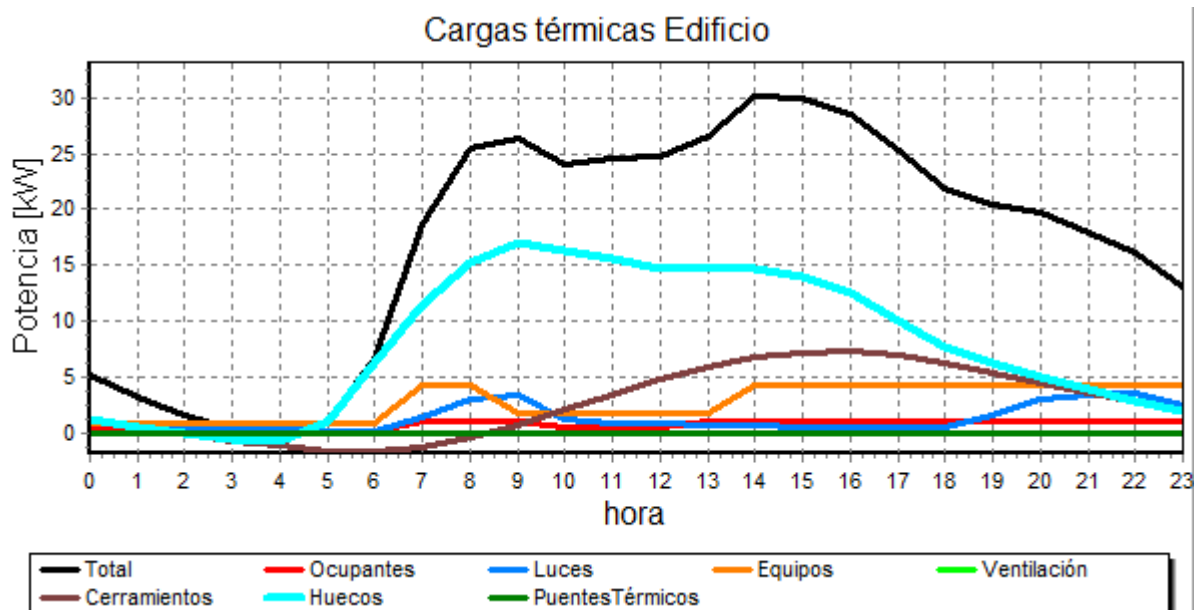
Datos del proyecto

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.78	1924.94	1	4
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
6	4.29 ; 7.00	3.06 ; 5.00	1.23 ; 2.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
37.31	28.69	229.79	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	30.17	28.30
Ratio [W/m ²]	49.24	46.18
Ocupantes[kW]	1.06	0.59
Luces[kW]	0.64	0.64
Equipos[kW]	4.29	3.06
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	6.78	6.78
Huecos[kW]	14.65	14.65
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	2.74	2.57

Gráfico de cargas del elemento

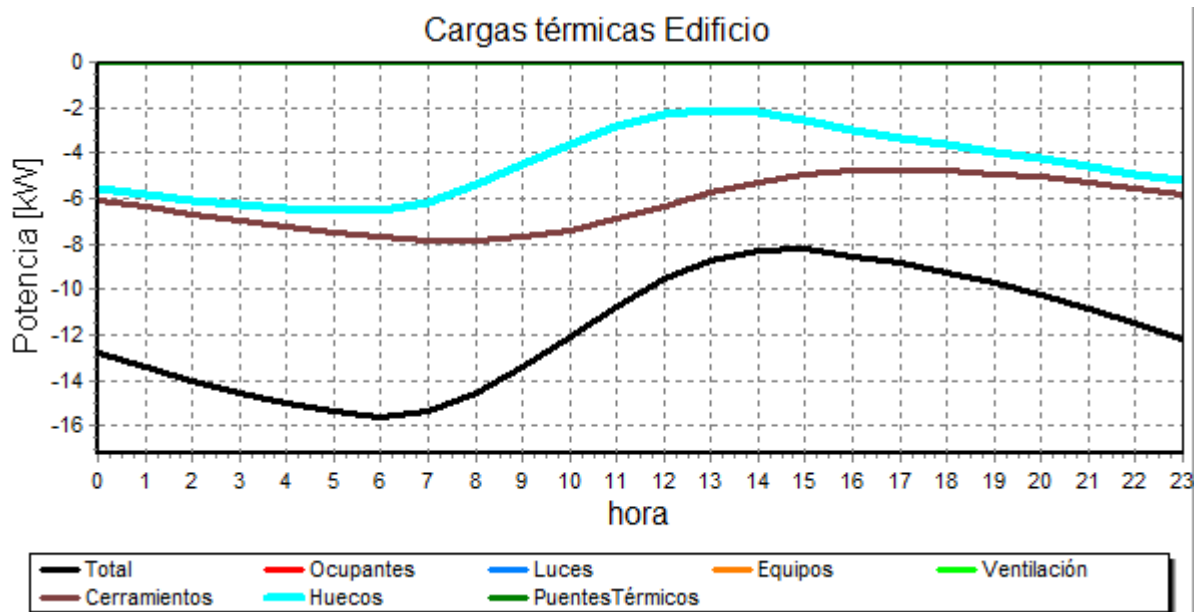


Elemento: Proyecto
Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.
Datos del proyecto

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.78	1924.94	1	4
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
2.38	84.87	229.79	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-15.63	-15.63
Ratio [W/m ²]	-25.50	-25.50
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-7.67	-7.67
Huecos[kW]	-6.54	-6.54
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-1.42	-1.42

Gráfico de cargas del elemento


Elemento: Zona_ventilación

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.78	1924.94
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
24.07	61.15	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.43	0.14
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.79	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.79	

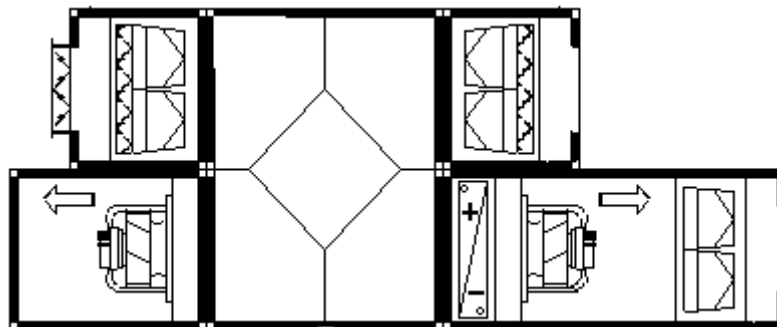
Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.78	1924.94
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
5.79	66.79	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	-0.73	-0.24
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.79	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.79	



2. RESULTADOS CLIMA EN VALLADOLID SEGÚN DB HE 2013

Resumen de cargas térmicas en refrigeración

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 14; Mes: Agosto	25.02	23.15	41	229.79	-	-	-
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 0; Mes: Enero	-	-	-	229.79	0.00	0.00	0.00
Zona_dem_1	Hora: 14; Mes: Agosto	25.02	23.15	41	229.79	-	-	-
P1_E1	Hora: 20; Mes: Agosto	0.22	0.19	22	3.72	-	-	-
P1_E3	Hora: 20; Mes: Agosto	0.81	0.68	19	15.83	-	-	-
P1_E4	Hora: 21; Mes: Agosto	0.55	0.45	18	11.41	-	-	-
P2_E1	Hora: 16; Mes: Agosto	0.52	0.44	21	9.12	-	-	-
P2_E2	Hora: 14; Mes: Agosto	1.43	1.22	21	26.10	-	-	-
P2_E3	Hora: 15; Mes: Agosto	2.00	1.89	56	13.48	-	-	-
P2_E4	Hora: 17; Mes: Agosto	0.29	0.26	29	3.73	-	-	-
P2_E5	Hora: 9; Mes: Agosto	12.90	12.60	51	94.49	-	-	-
P3_E1	Hora: 16; Mes: Agosto	0.18	0.15	18	3.72	-	-	-
P3_E2	Hora: 16; Mes: Agosto	0.27	0.22	18	5.52	-	-	-
P3_E3	Hora: 8; Mes: Agosto	6.76	6.41	59	42.68	-	-	-

Resumen de cargas térmicas en calefacción

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 6; Mes: Enero	-14.79	-14.79	-24	229.79	-1.01	-0.29	229.79
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 6; Mes: Enero	-	-	-	229.79	-1.01	-0.29	229.79
Zona_dem_1	Hora: 6; Mes: Enero	-14.79	-14.79	-24	229.79	-1.01	-0.29	229.79
P1_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.20	-0.20	-20	3.72	-0.02	-0.00	3.72
P1_E3	Hora: 8; Mes: Enero	-0.60	-0.60	-14	15.83	-0.07	-0.02	15.83
P1_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.42	-0.42	-14	11.41	-0.05	-0.01	11.41
P2_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.46	-0.46	-19	9.12	-0.04	-0.01	9.12
P2_E2	Hora: 6; Mes: Enero	-0.72	-0.72	-10	26.10	-0.12	-0.03	26.10
P2_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-1.02	-1.02	-28	13.48	-0.06	-0.02	13.48
P2_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.24	-0.24	-24	3.73	-0.02	-0.00	3.73
P2_E5	Hora: 6; Mes: Enero	-7.70	-7.70	-31	94.49	-0.42	-0.12	94.49
P3_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.10	-0.10	-10	3.72	-0.02	-0.00	3.72
P3_E2	Hora: 8; Mes: Enero	-0.15	-0.15	-10	5.52	-0.02	-0.01	5.52
P3_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-3.24	-3.24	-28	42.68	-0.19	-0.05	42.68

CÁLCULOS DETALLADOS POR ELEMENTO

Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

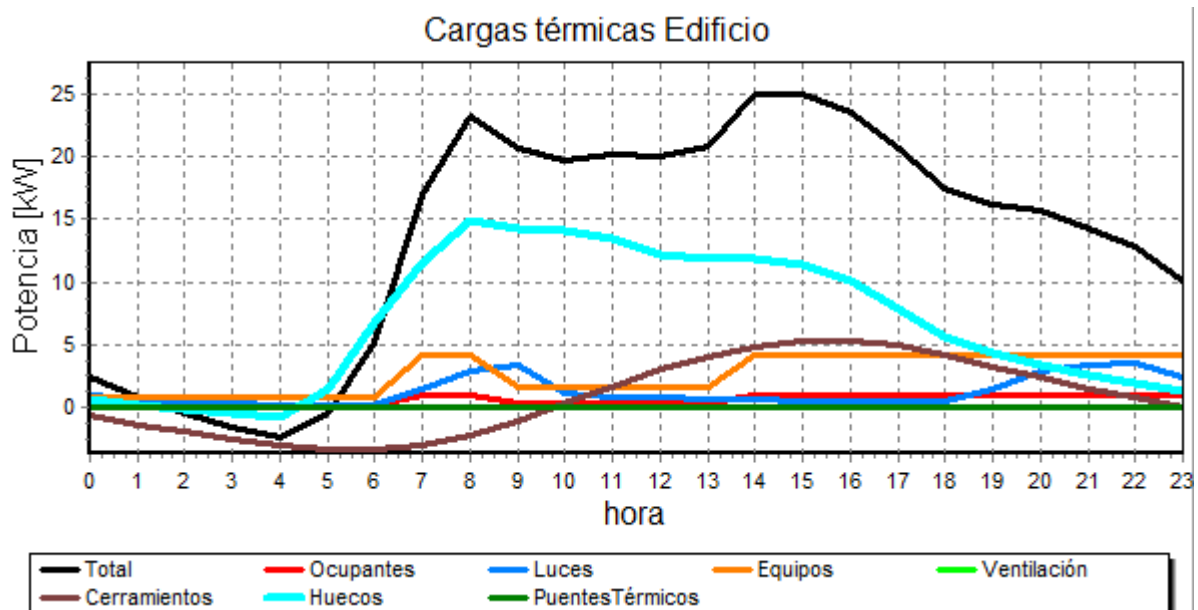
Datos del proyecto

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.78	1924.94	1	4
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
6	4.29 ; 7.00	3.06 ; 5.00	1.23 ; 2.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
33.11	24.31	229.79	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	25.02	23.15
Ratio [W/m ²]	40.84	37.78
Ocupantes[kW]	1.04	0.56
Luces[kW]	0.64	0.64
Equipos[kW]	4.29	3.06
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	4.92	4.92
Huecos[kW]	11.86	11.86
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	2.27	2.10

Gráfico de cargas del elemento

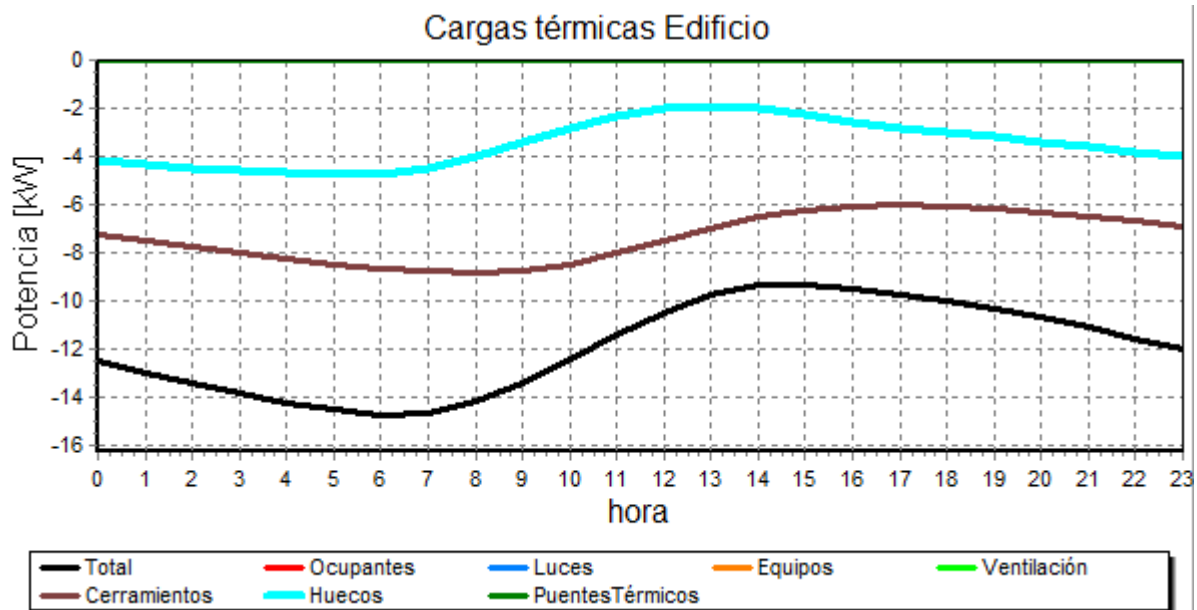


Elemento: Proyecto
Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.
Datos del proyecto

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.78	1924.94	1	4
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
-2.52	88.56	229.79	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-14.79	-14.79
Ratio [W/m ²]	-24.14	-24.14
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-8.66	-8.66
Huecos[kW]	-4.79	-4.79
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-1.34	-1.34

Gráfico de cargas del elemento


Elemento: Zona_ventilación

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.78	1924.94
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
19.84	53.19	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.00	0.09
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.79	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.79	

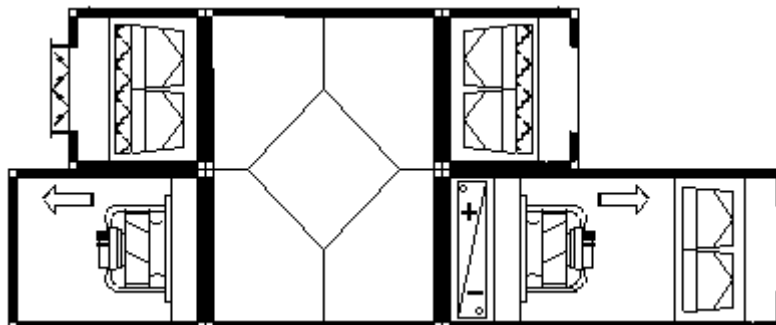
Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.78	1924.94
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
0.96	67.06	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	-1.01	-0.29
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.79	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.79	



3. RESULTADOS CLIMA EN SEVILLA SEGÚN DB HE 2019

Resumen de cargas térmicas en refrigeración

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 14; Mes: Agosto	26.54	24.67	43	229.81	0.43	0.14	229.81
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 13; Mes: Agosto	-	-	-	229.81	0.43	0.14	229.81
Zona_dem_1	Hora: 14; Mes: Agosto	26.54	24.67	43	229.81	0.43	0.14	229.81
P1_E1	Hora: 20; Mes: Agosto	0.26	0.23	26	3.72	0.01	0.00	3.72
P1_E3	Hora: 20; Mes: Agosto	0.95	0.82	22	15.83	0.03	0.01	15.83
P1_E4	Hora: 20; Mes: Agosto	0.66	0.57	22	11.42	0.02	0.01	11.42
P2_E1	Hora: 16; Mes: Agosto	0.64	0.57	27	9.12	0.02	0.01	9.12
P2_E2	Hora: 14; Mes: Agosto	1.65	1.44	24	26.10	0.05	0.02	26.10
P2_E3	Hora: 15; Mes: Agosto	2.15	2.04	60	13.49	0.03	0.01	13.49
P2_E4	Hora: 17; Mes: Agosto	0.35	0.32	35	3.73	0.01	0.00	3.73
P2_E5	Hora: 8; Mes: Agosto	13.56	12.79	54	94.49	0.18	0.06	94.49
P3_E1	Hora: 15; Mes: Agosto	0.23	0.20	23	3.72	0.01	0.00	3.72
P3_E2	Hora: 15; Mes: Agosto	0.34	0.29	23	5.52	0.01	0.00	5.52
P3_E3	Hora: 15; Mes: Agosto	6.98	6.63	61	42.68	0.08	0.03	42.68

Resumen de cargas térmicas en calefacción

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 6; Mes: Enero	-11.62	-11.62	-19	229.81	-0.73	-0.24	229.81
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 6; Mes: Enero	-	-	-	229.81	-0.73	-0.24	229.81
Zona_dem_1	Hora: 6; Mes: Enero	-11.62	-11.62	-19	229.81	-0.73	-0.24	229.81
P1_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.21	-0.21	-22	3.72	-0.01	-0.00	3.72
P1_E3	Hora: 8; Mes: Enero	-0.63	-0.63	-15	15.83	-0.05	-0.02	15.83
P1_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.43	-0.43	-14	11.42	-0.04	-0.01	11.42
P2_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.44	-0.44	-18	9.12	-0.03	-0.01	9.12
P2_E2	Hora: 6; Mes: Enero	-0.68	-0.68	-10	26.10	-0.08	-0.03	26.10
P2_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-0.79	-0.79	-22	13.49	-0.04	-0.01	13.49
P2_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.21	-0.21	-21	3.73	-0.01	-0.00	3.73
P2_E5	Hora: 6; Mes: Enero	-5.39	-5.39	-21	94.49	-0.30	-0.10	94.49
P3_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.10	-0.10	-11	3.72	-0.01	-0.00	3.72
P3_E2	Hora: 8; Mes: Enero	-0.16	-0.16	-11	5.52	-0.02	-0.01	5.52
P3_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-2.62	-2.62	-23	42.68	-0.14	-0.04	42.68

CÁLCULOS DETALLADOS POR ELEMENTO

Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

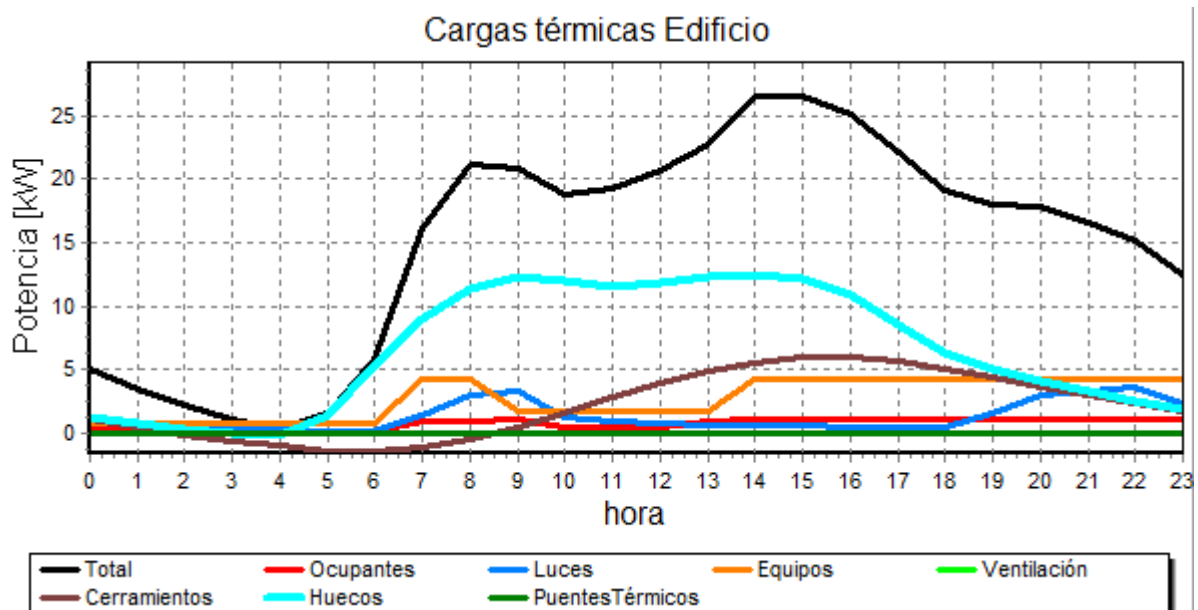
Datos del proyecto

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.82	2111.82	1	3
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
6	4.29 ; 7.00	3.06 ; 5.00	1.23 ; 2.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
37.31	28.69	229.81	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	26.54	24.67
Ratio [W/m ²]	43.31	40.26
Ocupantes[kW]	1.06	0.59
Luces[kW]	0.64	0.64
Equipos[kW]	4.29	3.06
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	5.59	5.59
Huecos[kW]	12.55	12.55
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	2.41	2.24

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.

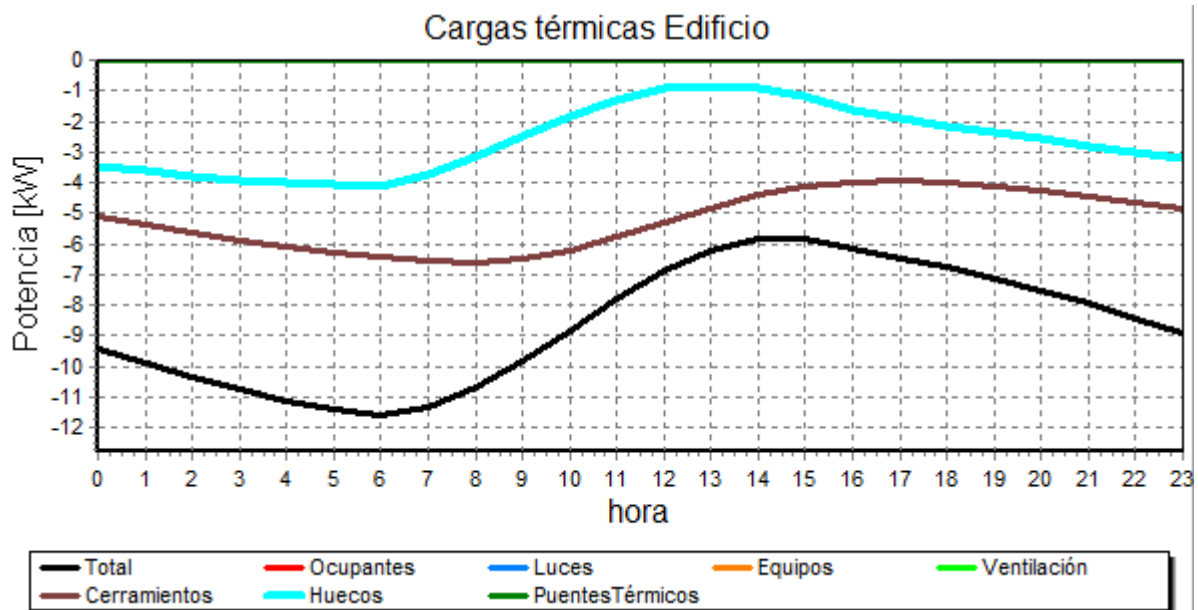
Datos del proyecto

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.82	2111.82	1	3
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
2.38	84.87	229.81	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-11.62	-11.62
Ratio [W/m ²]	-18.95	-18.95
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-6.45	-6.45
Huecos[kW]	-4.11	-4.11
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-1.06	-1.06

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: Zona_ventilación

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.82	2111.82
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
24.07	61.15	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.43	0.14
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.81	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.81	

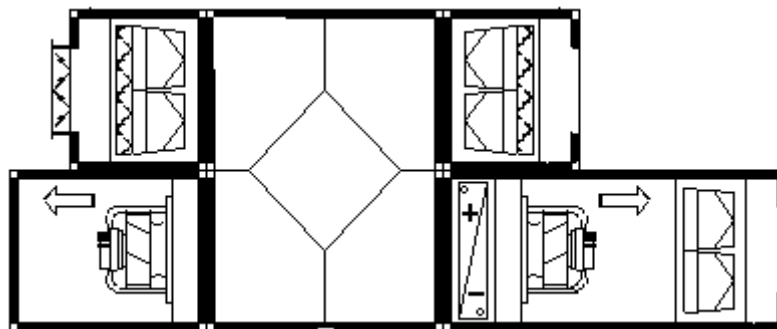
Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Superficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.82	2111.82
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
5.79	66.79	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	-0.73	-0.24
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.81	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.81	



4. RESULTADOS CLIMA EN VALLADOLID SEGÚN DB HE 2019

Resumen de cargas térmicas en refrigeración

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 14; Mes: Agosto	24.72	22.85	40	229.81	-	-	-
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 0; Mes: Enero	-	-	-	229.81	0.00	0.00	0.00
Zona_dem_1	Hora: 14; Mes: Agosto	24.72	22.85	40	229.81	-	-	-
P1_E1	Hora: 21; Mes: Agosto	0.21	0.18	21	3.72	-	-	-
P1_E3	Hora: 21; Mes: Agosto	0.78	0.65	19	15.83	-	-	-
P1_E4	Hora: 21; Mes: Agosto	0.54	0.44	18	11.42	-	-	-
P2_E1	Hora: 16; Mes: Agosto	0.51	0.43	21	9.12	-	-	-
P2_E2	Hora: 14; Mes: Agosto	1.58	1.37	23	26.10	-	-	-
P2_E3	Hora: 15; Mes: Agosto	1.95	1.84	54	13.49	-	-	-
P2_E4	Hora: 17; Mes: Agosto	0.30	0.27	30	3.73	-	-	-
P2_E5	Hora: 8; Mes: Agosto	13.90	13.13	55	94.49	-	-	-
P3_E1	Hora: 15; Mes: Agosto	0.18	0.15	18	3.72	-	-	-
P3_E2	Hora: 15; Mes: Agosto	0.26	0.22	18	5.52	-	-	-
P3_E3	Hora: 15; Mes: Agosto	6.56	6.21	58	42.68	-	-	-

Resumen de cargas térmicas en calefacción

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 6; Mes: Enero	-14.23	-14.23	-23	229.81	-1.01	-0.29	229.81
Climatizador: Zona ventilación	Hora: 6; Mes: Enero	-	-	-	229.81	-1.01	-0.29	229.81
Zona_dem_1	Hora: 6; Mes: Enero	-14.23	-14.23	-23	229.81	-1.01	-0.29	229.81
P1_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.17	-0.17	-17	3.72	-0.02	-0.00	3.72
P1_E3	Hora: 8; Mes: Enero	-0.51	-0.51	-12	15.83	-0.07	-0.02	15.83
P1_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.35	-0.35	-12	11.42	-0.05	-0.01	11.42
P2_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.49	-0.49	-20	9.12	-0.04	-0.01	9.12
P2_E2	Hora: 6; Mes: Enero	-0.82	-0.82	-12	26.10	-0.12	-0.03	26.10
P2_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-0.80	-0.80	-22	13.49	-0.06	-0.02	13.49
P2_E4	Hora: 8; Mes: Enero	-0.26	-0.26	-26	3.73	-0.02	-0.00	3.73
P2_E5	Hora: 6; Mes: Enero	-7.17	-7.17	-28	94.49	-0.42	-0.12	94.49
P3_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-0.10	-0.10	-10	3.72	-0.02	-0.00	3.72
P3_E2	Hora: 8; Mes: Enero	-0.15	-0.15	-10	5.52	-0.02	-0.01	5.52
P3_E3	Hora: 6; Mes: Enero	-3.44	-3.44	-30	42.68	-0.19	-0.05	42.68

CÁLCULOS DETALLADOS POR ELEMENTO

Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

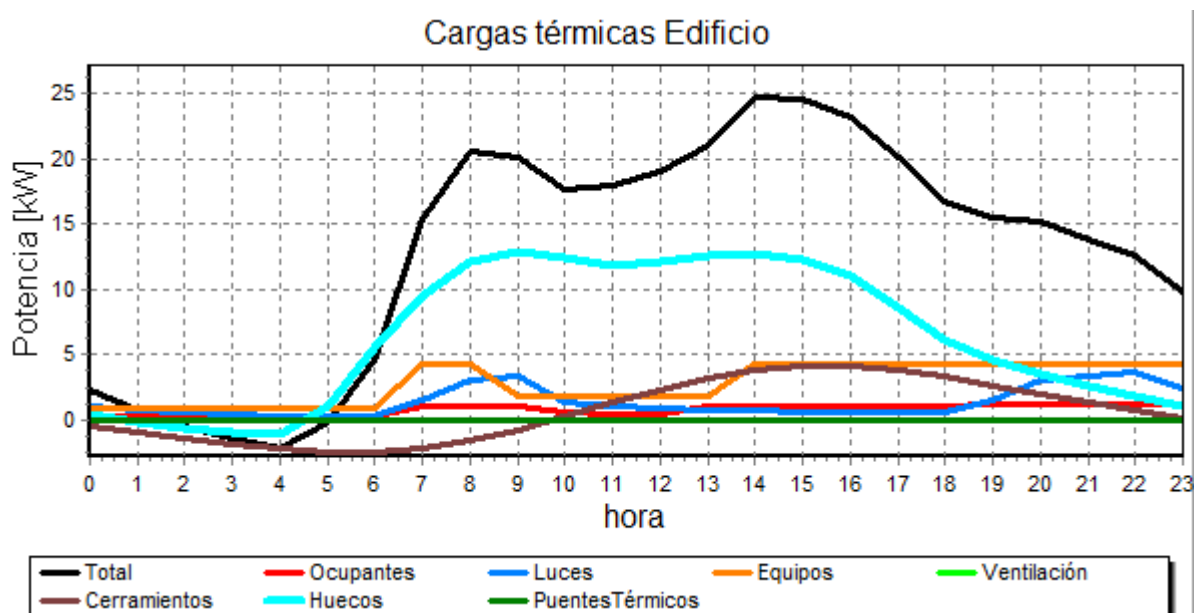
Datos del proyecto

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.82	2111.82	1	3
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
6	4.29 ; 7.00	3.06 ; 5.00	1.23 ; 2.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
33.11	24.31	229.81	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	24.72	22.85
Ratio [W/m ²]	40.34	37.28
Ocupantes[kW]	1.06	0.59
Luces[kW]	0.64	0.64
Equipos[kW]	4.29	3.06
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	3.74	3.74
Huecos[kW]	12.74	12.74
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	2.25	2.08

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.

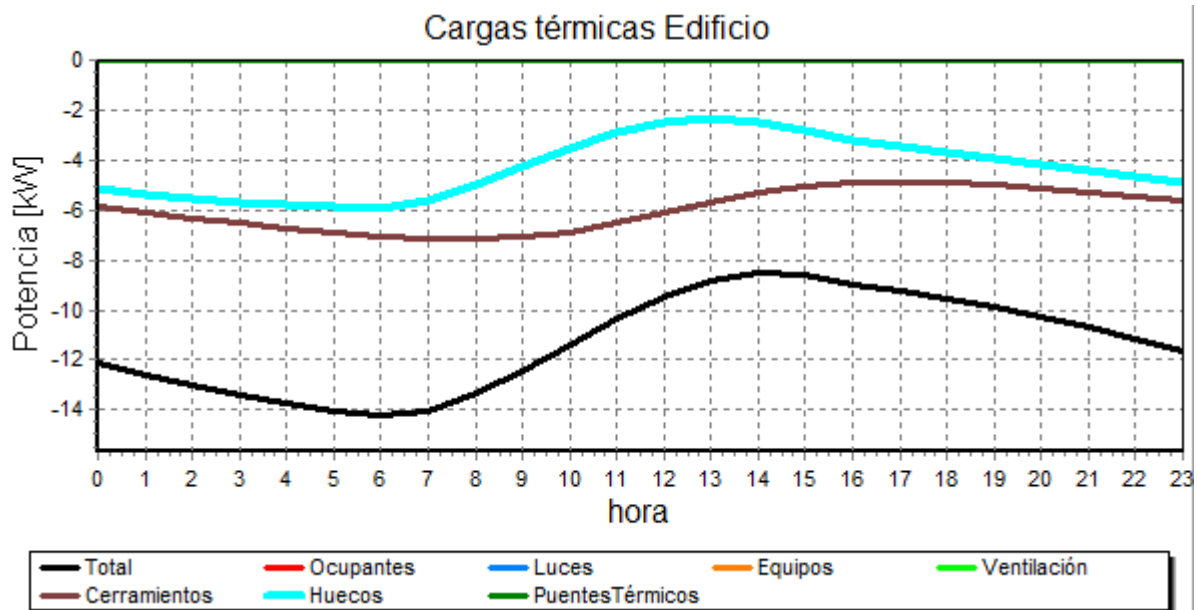
Datos del proyecto

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
612.82	2111.82	1	3
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
-2.52	88.56	229.81	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-14.23	-14.23
Ratio [W/m ²]	-23.22	-23.22
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-7.03	-7.03
Huecos[kW]	-5.91	-5.91
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-1.29	-1.29

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: Zona_ventilación

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 14.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.82	2111.82
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
19.84	53.19	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.00	0.09
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.81	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.81	

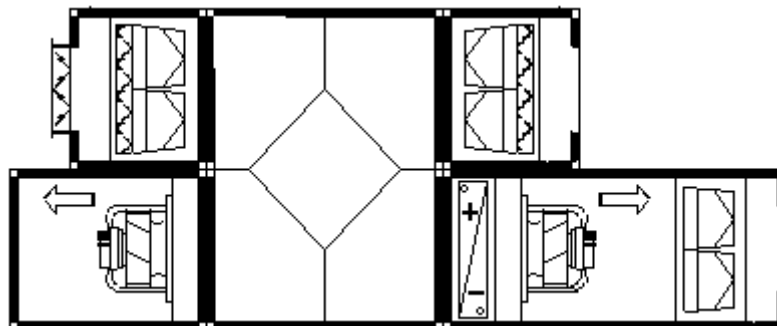
Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Enero. Hora: 6.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]
Equipo aire primario. Solo ventilación	612.82	2111.82
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
0.96	67.06	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sensible	84.00	-

Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	-1.01	-0.29
Caudal impulsión [m ³ /h]	229.81	
Caudal ventilación [m ³ /h]	229.81	



ANEXO II: RESULTADOS HULC

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	Vivienda_Unifamiliar_Sevilla_DB2013		
Dirección	Avenida Begonias 56 -		
Municipio	Bormujos	Código Postal	41930
Provincia	Sevilla	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	B4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	0194426QB6309S0001KK		

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 checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input 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	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	<input type="text" value="14,82"/>	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="16,05"/>	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	<input type="text" value="20,00"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	<input type="text" value="18,48"/>	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	<input type="text" value="46,63"/>	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 12/07/2020

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda_Unifamiliar_Sevilla_DB2013		
Dirección	Avenida Begonias 56 -		
Municipio	Bormujos	Código Postal	41930
Provincia	Sevilla	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	B4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	0194426QB6309S0001KK		

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 checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input 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	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)

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 12/07/2020

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)	612,82
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta plana	Fachada	393,18	0,31	Usuario
Forjado interior	Fachada	1,36	1,55	Usuario
Forjado terreno	Suelo	170,01	0,40	Usuario
Forjado terreno	Fachada	221,81	0,40	Usuario
Muro exterior	Fachada	96,87	0,24	Usuario
Muro exterior	Fachada	63,53	0,24	Usuario
Muro exterior	Fachada	147,42	0,24	Usuario
Muro exterior	Fachada	124,89	0,24	Usuario
Muro terreno	Fachada	56,36	0,45	Usuario
Muro terreno	Fachada	28,99	0,45	Usuario
Muro terreno	Fachada	56,36	0,45	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
Ventanal	Hueco	48,68	2,94	0,58	Usuario	Usuario
Ventanal	Hueco	48,80	2,94	0,58	Usuario	Usuario
Ventanal	Hueco	16,38	2,94	0,58	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	2,94	0,35	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	2,94	0,35	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	2,94	0,35	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEFY-P20	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,50	316,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M50JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	6,00	316,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P140	Expansión directa aire-aire bomba de calor	18,00	316,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M71JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	9,20	316,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	316,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		35,70			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEFY-P20	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,20	383,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M50JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	5,00	383,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P140	Expansión directa aire-aire bomba de calor	16,00	383,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M71JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	8,00	383,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	383,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		31,20			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	168,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_ED_AireAgua_B DC-ACS-Defecto	Expansión directa bomba de calor aire-agua	10,00	469,00	ElectricidadPeninsular	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	-	-	-	50,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	50,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
-----------------------	----	------------	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	3,13 A		CALEFACCIÓN	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	A	ACS	
	1,55		<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	
			0,19	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>		<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	
	A		-	
	1,39		-	

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>	3,13	1918,24
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	0,00	0,00

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			
	18,48 A		CALEFACCIÓN	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	A	ACS	
	9,16		<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	
			1,14	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>		<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	
	A		-	
	8,18		-	

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.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><29.10 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">29.10-50.2 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">50.20-81.90 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">81.90-128.60 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">128.60-243.70 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">243.70-292.50 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>292.50 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><6.70 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">6.70-11.60 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">11.60-19.00 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">19.00-29.80 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">29.80-58.40 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">58.40-71.80 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>71.80 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><9.70 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">9.70-18.40 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">18.40-31.10 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">31.10-49.90 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">49.90-83.60 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">83.60-102.80 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>102.80 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><13.90 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">13.90-20.0 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">20.00-28.40 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">28.40-41.40 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">41.40-50.90 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">50.90-62.60 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>62.60 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)					(Celdas de demanda de ACS, Iluminación y Total no aplicables)					

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

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	Vivienda_Unifamiliar_Valladolid_DB2013		
Dirección	Camino Viejo 9		
Municipio	Arroyo de la Encomienda	Código Postal	47195
Provincia	Valladolid	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	D2	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	9594604UM4099S0001DW		

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 checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input 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	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	<input type="text" value="30,26"/>	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	<input type="text" value="30,26"/>	kWh/m ² año	<input type="text" value="Sí cumple"/>
D_{ref}	<input type="text" value="4,54"/>	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="14,45"/>	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	<input type="text" value="64,90"/>	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 12/07/2020

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organismo Territorial Competente:

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda_Unifamiliar_Valladolid_DB2013		
Dirección	Camino Viejo 9		
Municipio	Arroyo de la Encomienda	Código Postal	47195
Provincia	Valladolid	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	D2	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	9594604UM4099S0001DW		

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 checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input 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	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<p><51.60 A 51.60-83.6 B 83.60-129.60 C 129.60-199.30 D 199.30-357.40 E 357.40-461.10 F =>461.10 G</p>	<p><11.60 A 11.60-18.8 B 18.80-29.20 C 29.20-44.80 D 44.80-79.20 E 79.20-103.80 F =>103.80 G</p>

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 12/07/2020

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 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 (m²)	612,82
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta plana	Fachada	393,18	0,20	Usuario
Forjado interior	Fachada	1,36	1,20	Usuario
Forjado terreno	Suelo	170,01	0,22	Usuario
Forjado terreno	Fachada	221,81	0,22	Usuario
Muro exterior	Fachada	96,87	0,16	Usuario
Muro exterior	Fachada	63,53	0,16	Usuario
Muro exterior	Fachada	147,42	0,16	Usuario
Muro exterior	Fachada	124,89	0,16	Usuario
Muro terreno	Fachada	56,36	0,28	Usuario
Muro terreno	Fachada	28,99	0,28	Usuario
Muro terreno	Fachada	56,36	0,28	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
Ventanal	Hueco	48,68	1,62	0,57	Usuario	Usuario
Ventanal	Hueco	48,80	1,62	0,57	Usuario	Usuario
Ventanal	Hueco	16,38	1,62	0,57	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	1,62	0,31	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	1,62	0,31	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	1,62	0,31	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEAD-M50JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	6,00	511,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P125	Expansión directa aire-aire bomba de calor	16,00	511,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P71	Expansión directa aire-aire bomba de calor	9,00	511,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	511,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		31,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEFY-P20	Expansión directa aire-aire sólo frío	2,20	536,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M50JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	5,00	536,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P125	Expansión directa aire-aire bomba de calor	14,00	536,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P71	Expansión directa aire-aire bomba de calor	8,00	536,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	536,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		29,20			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	168,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ3_EQ_ED_AireAgua_B DC-ACS-Defecto	Expansión directa bomba de calor aire-agua	10,00	470,00	ElectricidadPeninsular	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	-	-	-	50,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	50,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D2	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
	1,96		0,21	
	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>	-
	0,28		-	

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>	2,45	1500,47
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	0,00	0,00

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>	A	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
	11,57		1,23	
	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>	-
	1,66		-	

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.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><51.60 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">51.60-83.6 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">83.60-129.60 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">129.60-199.30 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">199.30-357.40 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">357.40-461.10 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>461.10 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><11.60 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">11.60-18.8 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">18.80-29.20 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">29.20-44.80 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">44.80-79.20 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">79.20-103.80 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>103.80 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><28.90 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">28.90-46.8 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">46.80-72.60 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">72.60-111.60 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">111.60-178.30 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">178.30-208.60 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>208.60 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><3.90 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">3.90-6.40 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">6.40-9.90 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">9.90-15.20 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">15.20-18.30 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">18.30-22.50 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>22.50 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda_Unifamiliar_Sevilla_DB2019		
Dirección	Avenida Begonias 56		
Municipio	Bormujos	Código Postal	41930
Provincia	Sevilla	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	B4	Año construcción	Posterior a 2013

Uso final del edificio o parte del edificio:

- Residencial privado (vivienda) Otros usos (terciario)

Tipo y nivel de intervención

- Nuevo Ampliación
- Cambio de uso
- Reforma:
- > 25% envolvente + Clima + ACS > 25% envolvente + Clima > 25% envolvente + ACS > 25% envolvente
 < 25% envolvente + Clima + ACS < 25% envolvente + Clima < 25% envolvente + ACS < 25% envolvente

SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	612,82
---	--------

Imagen del edificio	Plano de la situación

DATOS DEL/DE LA TÉCNICO/A:

Nombre y Apellidos	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2,0.1960.1156 de fecha 29-ene-2020		

* Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 3.1 y 3.2 de la sección DB-HE0 y de los apartados 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 y 3.1.3.3 de la sección DB-HE1, del apartado 3.1 de la sección HE4 y del apartado 3.1 de la sección HE5. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben así mismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE.

INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

HE0 Consumo de energía primaria

C_{ep,nren}	11,20	kWh/m ² año	C_{ep,nren,lim}	28,00	kWh/m ² año	Sí cumple
C_{ep,tot}	20,40	kWh/m ² año	C_{ep,tot,lim}	56,00	kWh/m ² año	Sí cumple
% horas fuera consigna	1,26	%	% horas lim fuera consigna	4,00	%	Sí cumple

A_{útil} 612,82 m² **C_{FI}** 4,844 W/m²

C_{ep,nr} Consumo de energía primaria no renovable del edificio

C_{ep,nren,lim} Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0

C_{ep,tot} Consumo de energía primaria total del edificio

C_{ep,tot,lim} Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0

A_{útil} Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)

C_{FI} Carga interna media

HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

K	0,61	kWh/m ² año	K_{lim}	0,61	kWh/m ² año	Sí cumple
q_{sol,jul}	1,86	kWh/m ² año	q_{sol,jul,lim}	2,00	kWh/m ² año	Sí cumple
n₅₀	5,99	1/h	n_{50,lim}	6,00	1/h	Sí cumple

V/A 1,55 m³/m²

V 2382,92 m³ **V_{inf}** 2135,96 m³

D_{cal} 2,83 kWh/m² año **D_{ref}** 15,02 kWh/m² año

K Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

K_{lim} Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sección HE1

q_{sol,jul} Control solar de la envolvente térmica del edificio

q_{sol,jul,lim} Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1

n₅₀ Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa

n_{50,lim} Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1

V/A Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.

V Volumen interior de la envolvente térmica

V_{inf} Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones

D_{cal} Demanda de calefacción

D_{ref} Demanda de refrigeración

HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

RER ACS;nrb	60,87	%	RER ACS;nrb min	60,00	%	Sí cumple
--------------------	-------	---	------------------------	-------	---	-----------

Demanda ACS (*) 168,00 l/d

RER ACS;nrb Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

RER ACS;nrb min Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

(*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

El/la técnico/a abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la evaluación energética del edificio o de la parte que se evalúa 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: ___/___/___

Firma del/de la técnico/a certificador/a:

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda_Unifamiliar_Sevilla_DB2019		
Dirección	Avenida Begonias 56		
Municipio	Bormujos	Código Postal	41930
Provincia	Sevilla	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	B4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2019		
Referencia/s catastral/es	0194426QB6309S0001KK		

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 checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input 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	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.1960.1156, de fecha 29-ene-2020		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
 11,23 A	 1,90 A

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 12/07/2020

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 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)	612,82
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
P1_E1_1	Muro Exterior	12,09	0,36	Usuario
P1_E1_6	Suelo	9,92	0,39	Usuario
P1_E2_1	Muro Exterior	17,62	0,36	Usuario
P1_E2_7	Muro Exterior	36,47	0,36	Usuario
P1_E2_8	Muro Exterior	28,99	0,20	Usuario
P1_E2_9	Suelo	87,45	0,39	Usuario
P1_E3_1	Muro Exterior	26,65	0,36	Usuario
P1_E3_2	Muro Exterior	14,28	0,36	Usuario
P1_E3_8	Suelo	42,21	0,39	Usuario
P1_E4_2	Muro Exterior	14,70	0,36	Usuario
P1_E4_3	Muro Exterior	19,89	0,36	Usuario
P1_E4_5	Suelo	30,44	0,39	Usuario
P2_E1_1	Muro Exterior	33,66	0,20	Usuario
P2_E1_2	Muro Exterior	8,90	0,20	Usuario
P2_E1_4	Muro Exterior	0,88	0,20	Usuario
P2_E1_5	Muro Exterior	2,17	0,20	Usuario
P2_E1_6	Muro Exterior	8,03	0,20	Usuario
P2_E1_7	Cubierta	9,89	0,31	Usuario
P2_E1_8	Cubierta	14,42	1,18	Usuario
P2_E2_3	Muro Exterior	39,24	0,20	Usuario
P2_E2_4	Muro Exterior	17,00	0,20	Usuario
P2_E2_5	Muro Exterior	2,17	0,20	Usuario
P2_E2_6	Muro Exterior	1,22	0,20	Usuario
P2_E2_7	Cubierta	20,42	0,31	Usuario
P2_E2_9	Cubierta	6,92	0,26	Usuario
P2_E2_8	Cubierta	48,66	1,18	Usuario

P2_E3_1	Muro Exterior	22,92	0,20	Usuario
P2_E3_4	Muro Exterior	9,21	0,20	Usuario
P2_E3_5	Muro Exterior	13,32	0,20	Usuario
P2_E3_6	Cubierta	35,97	0,31	Usuario
P2_E3_7	Cubierta	35,97	0,26	Usuario
P2_E4_1	Muro Exterior	0,06	0,20	Usuario
P2_E4_5	Muro Exterior	8,90	0,20	Usuario
P2_E4_6	Cubierta	9,92	1,70	Usuario
P2_E5_1	Muro Exterior	8,24	0,20	Usuario
P2_E5_2	Muro Exterior	8,77	0,20	Usuario
P2_E5_3	Muro Exterior	14,96	0,20	Usuario
P2_E5_4	Muro Exterior	7,01	0,20	Usuario
P2_E5_5	Muro Exterior	28,19	0,20	Usuario
P2_E5_6	Muro Exterior	2,88	0,20	Usuario
P2_E5_7	Muro Exterior	8,70	0,20	Usuario
P2_E5_8	Muro Exterior	18,71	0,20	Usuario
P2_E5_9	Muro Exterior	18,20	0,20	Usuario
P2_E5_10	Muro Exterior	7,15	0,20	Usuario
P2_E5_11	Muro Exterior	1,88	0,20	Usuario
P2_E5_12	Muro Exterior	6,42	0,20	Usuario
P2_E5_13	Muro Exterior	5,88	0,20	Usuario
P2_E5_16	Muro Exterior	2,52	0,20	Usuario
P2_E5_18	Muro Exterior	0,06	0,20	Usuario
P2_E5_22	Muro Exterior	10,84	0,20	Usuario
P2_E5_25	Cubierta	22,22	0,31	Usuario
P2_E5_26	Cubierta	5,33	0,31	Usuario
P2_E5_27	Cubierta	127,98	0,31	Usuario
P2_E5_32	Cubierta	211,85	0,26	Usuario
P2_E5_28	Cubierta	11,00	1,18	Usuario
P2_E5_29	Cubierta	13,32	1,18	Usuario
P2_E5_30	Cubierta	41,69	1,70	Usuario
P2_E5_31	Cubierta	30,44	1,70	Usuario
P3_E1_1	Muro Exterior	13,65	0,20	Usuario
P3_E1_6	Cubierta	9,92	0,26	Usuario
P3_E2_1	Muro Exterior	20,25	0,20	Usuario
P3_E2_6	Cubierta	14,72	0,26	Usuario
P3_E3_1	Muro Exterior	13,47	0,20	Usuario
P3_E3_6	Muro Exterior	7,01	0,20	Usuario
P3_E3_7	Muro Exterior	32,73	0,20	Usuario
P3_E3_8	Muro Exterior	18,66	0,20	Usuario
P3_E3_9	Muro Exterior	5,38	0,20	Usuario
P3_E3_10	Muro Exterior	1,37	0,20	Usuario
P3_E3_11	Muro Exterior	17,17	0,20	Usuario
P3_E3_12	Muro Exterior	1,36	0,25	Usuario
P3_E3_16	Cubierta	113,81	0,26	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
Vidrio doble	Hueco	57,44	1,87	0,55	Usuario	Usuario
Vidrio doble	Hueco	54,84	1,87	0,55	Usuario	Usuario
Vidrio doble	Hueco	17,40	1,87	0,55	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
Puerta	Hueco	1,76	1,84	0,30	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	1,84	0,30	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	1,84	0,30	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEFY-P20	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,50	338,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M50JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	6,00	399,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P125	Expansión directa aire-aire bomba de calor	16,00	402,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M71JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	8,00	441,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		32,50			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEFY-P20	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,20	559,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M50JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	5,00	540,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P125	Expansión directa aire-aire bomba de calor	14,00	554,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M71JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	7,10	591,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		28,30			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	168,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ3_EQ_ED_AireAgua_BDC-ACS-Defecto	Expansión directa bomba de calor aire-agua	10,00	469,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	168,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	----------------------------	-----------------	-------------------

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	-	-	-	0,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	Certificación Verificación Nuevo
----------------	----	-----	----------------------------------

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
	0,28		0,38	
	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>	-
	0,96		-	

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>	1,61	985,65
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	0,00	0,00

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>	A	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
	1,63		2,22	
	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>	-
	5,64		-	

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.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;"><29,10 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">29,10-50,2 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">50,20-81,90 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">81,90-128,60 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">128,60-243,70 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">243,70-292,50 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">=>292,50 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;"><6,70 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">6,70-11,60 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">11,60-19,00 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">19,00-29,80 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">29,80-58,40 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">58,40-71,80 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">=>71,80 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;"><9,70 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">9,70-18,40 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">18,40-31,10 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">31,10-49,90 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">49,90-83,60 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">83,60-102,80 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">=>102,80 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;"><13,90 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">13,90-20,0 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">20,00-28,40 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">28,40-41,40 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">41,40-50,90 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">50,90-62,60 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px 5px; text-align: center;">=>62,60 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)					[Hatched area]					

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda_Unifamiliar_Valladolid_DB2019		
Dirección	Camino Viejo 9		
Municipio	Arroyo de la Encomienda	Código Postal	47195
Provincia	Valladolid	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	D2	Año construcción	Posterior a 2013

Uso final del edificio o parte del edificio:

- Residencial privado (vivienda) Otros usos (terciario)

Tipo y nivel de intervención

- Nuevo Ampliación
- Cambio de uso
- Reforma:
- > 25% envolvente + Clima + ACS > 25% envolvente + Clima > 25% envolvente + ACS > 25% envolvente
 < 25% envolvente + Clima + ACS < 25% envolvente + Clima < 25% envolvente + ACS < 25% envolvente

SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	612,82
---	--------

Imagen del edificio	Plano de la situación

DATOS DEL/DE LA TÉCNICO/A:

Nombre y Apellidos	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2,0.1960.1156 de fecha 29-ene-2020		

* Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 3.1 y 3.2 de la sección DB-HE0 y de los apartados 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 y 3.1.3.3 de la sección DB-HE1, del apartado 3.1 de la sección HE4 y del apartado 3.1 de la sección HE5. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben así mismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE.

INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

HE0 Consumo de energía primaria

C_{ep,nren}	18,40	kWh/m ² año	C_{ep,nren,lim}	38,00	kWh/m ² año	Sí cumple
C_{ep,tot}	47,30	kWh/m ² año	C_{ep,tot,lim}	76,00	kWh/m ² año	Sí cumple
% horas fuera consigna	1,99	%	% horas lim fuera consigna	4,00	%	Sí cumple

A_{útil} 612,82 m² **C_{FI}** 4,844 W/m²

C _{ep,nr}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio
C _{ep,nren,lim}	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0
C _{ep,tot}	Consumo de energía primaria total del edificio
C _{ep,tot,lim}	Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0
A _{útil}	Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)
C _{FI}	Carga interna media

HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

K	0,51	kWh/m ² año	K_{lim}	0,51	kWh/m ² año	Sí cumple
q_{sol,jul}	1,90	kWh/m ² año	q_{sol,jul,lim}	2,00	kWh/m ² año	Sí cumple
n₅₀	5,96	1/h	n_{50,lim}	6,00	1/h	Sí cumple

V/A 1,55 m³/m²

V 2382,92 m³ **V_{inf}** 2094,36 m³

D_{cal} 24,61 kWh/m² año **D_{ref}** 4,31 kWh/m² año

K	Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica
K _{lim}	Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sección HE1
q _{sol,jul}	Control solar de la envolvente térmica del edificio
q _{sol,jul,lim}	Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1
n ₅₀	Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa
n _{50,lim}	Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1
V/A	Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.
V	Volumen interior de la envolvente térmica
V _{inf}	Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones
D _{cal}	Demanda de calefacción
D _{ref}	Demanda de refrigeración

HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

RER ACS;nrb	61,33	%	RER ACS;nrb min	60,00	%	Sí cumple
--------------------	-------	---	------------------------	-------	---	-----------

Demanda ACS (*) 168,00 l/d

RER ACS;nrb	Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS
RER ACS;nrb min	Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

(*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

El/la técnico/a abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la evaluación energética del edificio o de la parte que se evalúa 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: ___/___/___

Firma del/de la técnico/a certificador/a:

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda_Unifamiliar_Valladolid_DB2019		
Dirección	Camino Viejo 9		
Municipio	Arroyo de la Encomienda	Código Postal	47195
Provincia	Valladolid	Comunidad Autónoma	Castilla y León
Zona climática	D2	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2019		
Referencia/s catastral/es	9594604UM4099S0001DW		

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"/> Terciario
<input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar	<input type="checkbox"/> Edificio completo
<input type="checkbox"/> Bloque	<input type="checkbox"/> Local
<input type="checkbox"/> Bloque completo	
<input type="checkbox"/> Vivienda individual	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Daniel Peris de la Hoz	NIF/NIE	-
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Reus -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.1960.1156, de fecha 29-ene-2020		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<p><51,60 A 51,60-83,6 B 83,60-129,60 C 129,60-199,30 D 199,30-357,40 E 357,40-461,10 F =>461,10 G</p>	<p><11,60 A 11,60-18,8 B 18,80-29,20 C 29,20-44,80 D 44,80-79,20 E 79,20-103,80 F =>103,80 G</p>
18,39 A	3,11 A

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 12/07/2020

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 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 (m²)	612,82
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
P1_E1_1	Muro Exterior	12,09	0,22	Usuario
P1_E1_6	Suelo	9,92	0,33	Usuario
P1_E2_1	Muro Exterior	17,62	0,22	Usuario
P1_E2_7	Muro Exterior	36,47	0,22	Usuario
P1_E2_8	Muro Exterior	28,99	0,16	Usuario
P1_E2_9	Suelo	87,45	0,33	Usuario
P1_E3_1	Muro Exterior	26,65	0,22	Usuario
P1_E3_2	Muro Exterior	14,28	0,22	Usuario
P1_E3_8	Suelo	42,21	0,33	Usuario
P1_E4_2	Muro Exterior	14,70	0,22	Usuario
P1_E4_3	Muro Exterior	19,89	0,22	Usuario
P1_E4_5	Suelo	30,44	0,33	Usuario
P2_E1_1	Muro Exterior	33,66	0,16	Usuario
P2_E1_2	Muro Exterior	8,90	0,16	Usuario
P2_E1_4	Muro Exterior	0,88	0,16	Usuario
P2_E1_5	Muro Exterior	2,17	0,16	Usuario
P2_E1_6	Muro Exterior	8,03	0,16	Usuario
P2_E1_7	Cubierta	9,89	0,19	Usuario
P2_E1_8	Cubierta	14,42	0,90	Usuario
P2_E2_3	Muro Exterior	36,99	0,16	Usuario
P2_E2_4	Muro Exterior	17,00	0,16	Usuario
P2_E2_5	Muro Exterior	2,17	0,16	Usuario
P2_E2_6	Muro Exterior	1,22	0,16	Usuario
P2_E2_7	Cubierta	20,42	0,19	Usuario
P2_E2_9	Cubierta	6,92	0,17	Usuario
P2_E2_8	Cubierta	48,66	0,90	Usuario

P2_E3_1	Muro Exterior	22,92	0,16	Usuario
P2_E3_4	Muro Exterior	9,21	0,16	Usuario
P2_E3_5	Muro Exterior	12,85	0,16	Usuario
P2_E3_6	Cubierta	35,97	0,19	Usuario
P2_E3_7	Cubierta	35,97	0,17	Usuario
P2_E4_1	Muro Exterior	0,06	0,16	Usuario
P2_E4_5	Muro Exterior	8,90	0,16	Usuario
P2_E4_6	Cubierta	9,92	1,20	Usuario
P2_E5_1	Muro Exterior	8,24	0,16	Usuario
P2_E5_2	Muro Exterior	8,77	0,16	Usuario
P2_E5_3	Muro Exterior	14,96	0,16	Usuario
P2_E5_4	Muro Exterior	7,01	0,16	Usuario
P2_E5_5	Muro Exterior	28,19	0,16	Usuario
P2_E5_6	Muro Exterior	2,88	0,16	Usuario
P2_E5_7	Muro Exterior	6,30	0,16	Usuario
P2_E5_8	Muro Exterior	13,16	0,16	Usuario
P2_E5_9	Muro Exterior	18,20	0,16	Usuario
P2_E5_10	Muro Exterior	7,15	0,16	Usuario
P2_E5_11	Muro Exterior	1,88	0,16	Usuario
P2_E5_12	Muro Exterior	6,42	0,16	Usuario
P2_E5_13	Muro Exterior	5,88	0,16	Usuario
P2_E5_16	Muro Exterior	2,52	0,16	Usuario
P2_E5_18	Muro Exterior	0,06	0,16	Usuario
P2_E5_22	Muro Exterior	10,84	0,16	Usuario
P2_E5_25	Cubierta	22,22	0,19	Usuario
P2_E5_26	Cubierta	5,33	0,19	Usuario
P2_E5_27	Cubierta	127,98	0,19	Usuario
P2_E5_32	Cubierta	211,85	0,17	Usuario
P2_E5_28	Cubierta	11,00	0,90	Usuario
P2_E5_29	Cubierta	13,32	0,90	Usuario
P2_E5_30	Cubierta	41,69	1,20	Usuario
P2_E5_31	Cubierta	30,44	1,20	Usuario
P3_E1_1	Muro Exterior	13,65	0,16	Usuario
P3_E1_6	Cubierta	9,92	0,17	Usuario
P3_E2_1	Muro Exterior	20,25	0,16	Usuario
P3_E2_6	Cubierta	14,72	0,17	Usuario
P3_E3_1	Muro Exterior	13,47	0,16	Usuario
P3_E3_6	Muro Exterior	7,01	0,16	Usuario
P3_E3_7	Muro Exterior	32,73	0,16	Usuario
P3_E3_8	Muro Exterior	15,66	0,16	Usuario
P3_E3_9	Muro Exterior	5,38	0,16	Usuario
P3_E3_10	Muro Exterior	1,37	0,16	Usuario
P3_E3_11	Muro Exterior	17,17	0,16	Usuario
P3_E3_12	Muro Exterior	1,36	0,17	Usuario
P3_E3_16	Cubierta	113,81	0,17	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
Vidrio doble	Hueco	65,08	1,72	0,57	Usuario	Usuario
Vidrio doble	Hueco	60,39	1,72	0,57	Usuario	Usuario
Vidrio doble	Hueco	17,87	1,72	0,57	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
Puerta	Hueco	1,76	1,74	0,31	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	1,74	0,31	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	1,76	1,74	0,31	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEFY-P20	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,50	442,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M50MJA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	6,00	471,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P125	Expansión directa aire-aire bomba de calor	16,00	389,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M71JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	8,00	414,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		32,50			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
PEFY-P20	Expansión directa aire-aire bomba de calor	2,20	479,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M50MJA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	5,00	494,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEFY-P125	Expansión directa aire-aire bomba de calor	14,00	537,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
PEAD-M71JA	Expansión directa aire-aire bomba de calor	7,10	565,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		28,30			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	168,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_ED_AireAgua_BDC-ACS-Defecto	Expansión directa bomba de calor aire-agua	10,00	467,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	168,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	----------------------------	-----------------	-------------------

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	-	-	-	0,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	0,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D2	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
	2,10		0,41	
	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>	-
	0,31		-	

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>	2,82	1730,15
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	0,00	0,00

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>	A	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
	12,40		2,42	
	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>	-
	1,86		-	

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

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.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"><51,60 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">51,60-83,6 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">83,60-129,60 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">129,60-199,30 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">199,30-357,40 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">357,40-461,10 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">=>461,10 G</div>	<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"><11,60 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">11,60-18,8 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">18,80-29,20 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">29,20-44,80 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">44,80-79,20 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">79,20-103,80 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">=>103,80 G</div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"><28,90 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">28,90-46,8 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">46,80-72,60 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">72,60-111,60 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">111,60-178,30 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">178,30-208,60 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">=>208,60 G</div>	<div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"><3,90 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3,90-6,40 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">6,40-9,90 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">9,90-15,20 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">15,20-18,30 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">18,30-22,50 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">=>22,50 G</div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

Otros datos de interés