

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



" DISEÑO Y ESTUDIO ENERGÉTICO DE
INSTALACIÓN HVAC EN VIVIENDA
UNIFAMILIAR DE OBRA NUEVA "

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Septiembre - 2024

AUTOR: Álex Beltrán Abad

DIRECTOR/ES: Pedro Juan Martínez Beltrán

Javier Molina González



ÍNDICE

1.	RESUMEN	7
2.	INTRODUCCIÓN	8
2.1.	OBJETIVO DEL PROYECTO	8
2.2.	ALCANCE DEL PROYECTO	8
3.	EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA	9
4.	NORMATIVA	13
4.1.	RESUMEN HISTÓRICO	13
5.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	15
5.1.	ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA EDIFICIOS DE USO RESIDENCIAL PRIVADO	16
5.2.	ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	17
5.3.	DOCUMENTO CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	18
6.	ZONAS CLIMÁTICAS	19
6.1.	IMPORTANCIA DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS	19
7.	DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA A ESTUDIAR	21
7.1.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	21
7.2.	DISPOSICIÓN DE LA VIVIENDA	22
8.	METODOLOGÍA Y SOFTWARE UTILIZADO	26
8.1.	METODOLOGÍA BIM	26
8.2.	IFC BUILDER	26
8.3.	CYPETHERM HE PLUS	27
8.4.	CYPETHERM IMPROVEMENTS PLUS	27
9.	MODELADO DE LA VIVIENDA. IFC BUILDER	28
9.1.	MODELADO 3D	29
10.	DEFINICIÓN DEL EDIFICIO. CYPETHERM HE PLUS	35
10.1.	PARÁMETROS GENERALES	35
10.2.	DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	36
10.3.	ENVOLVENTE TÉRMICA Y PUENTES TÉRMICOS	37
10.3.1.	Cerramientos	38
10.3.2.	Tabiquería	39
10.3.3.	Soleras y Forjados	40
10.3.4.	Cubiertas	42
10.3.5.	Puertas opacas	44
10.3.6.	Huecos acristalados	45
10.3.7.	Puentes Térmicos	47

10.4.	VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA	48
10.5.	DEMANDA ENERGÉTICA. CYPETHERM HE PLUS	50
11.	MODELO BASE	53
11.1.	INSTALACIÓN HVAC. CYPETHERM HE PLUS	53
11.1.1.	Instalación de climatización	53
11.1.2.	Instalación de ventilación	56
11.1.3.	Instalación de calefacción y ACS	59
11.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. CYPETHERM HE PLUS	64
11.3.	RESULTADOS MODELO BASE. CYPETHERM IMPROVEMENTS PLUS	65
12.	MEJORA 1. ADICIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR	67
12.1.	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	67
12.1.1.	Distribución y dimensionamiento	68
12.1.2.	Selección del inversor	71
12.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	72
12.2.1.	Introducción de datos	72
12.2.2.	Etiqueta de la Calificación Energética	73
12.3.	RESULTADOS DE LA MEJORA 1	74
13.	MEJORA 2. CAMBIO DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	77
13.1.	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	77
13.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	80
13.3.	RESULTADOS DE LA MEJORA 2	81
14.	MEJORA 3. ADICIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR A LA MEJORA 2	83
14.1.	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	83
14.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	84
14.3.	RESULTADOS DE LA MEJORA 3	85
15.	MEJORA 4. CAMBIO DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	87
15.1.	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	87
15.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	91
15.3.	RESULTADOS DE LA MEJORA 4	92
16.	MEJORA 5. ADICIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR A LA MEJORA 4	94
16.1.	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	94
16.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	95
16.3.	RESULTADOS DE LA MEJORA 5	96
17.	COMPARACIÓN CONSTRUCTIVA CON CASO ZONA CLIMÁTICA E	98
17.1.	DATOS DE EMPLAZAMIENTO	98
17.2.	COMPROBACIÓN NORMATIVA CON ENVOLVENTE CASO ZONA B	99
17.3.	ENVOLVENTE TÉRMICA PARA CUMPLIMIENTO NORMATIVA	101

17.3.1.	Cerramientos	101
17.3.2.	Tabiquería	102
17.3.3.	Soleras y Forjados	103
17.3.4.	Cubiertas	105
17.3.5.	Puertas opacas	106
17.3.6.	Huecos acristalados	107
17.3.7.	Puentes Térmicos	109
17.4.	VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA	110
17.5.	DEMANDA ENERGÉTICA EN ZONA CLIMÁTICA E	111
17.6.	COMPARACIÓN ECONÓMICA DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS 113	
17.6.1.	Materiales Zona Climática B	113
17.6.2.	Materiales Zona Climática E	115
17.6.3.	Resumen Estimación Económica	117
18.	BIBLIOGRAFÍA	118
	ANEXO I: CALIFICACIONES ENERGÉTICAS	119
	ANEXO II: INFORMES CYPETHERM HE PLUS (NORMATIVA)	126
	ANEXO III: INFORMES CYPETHERM IMPROVEMENTS PLUS	139
	ANEXO IV: FICHAS TÉCNICAS	140
	ANEXO V: PRESUPUESTO MATERIALES ENVOLVENTE TÉRMICA	141



1. RESUMEN

En este proyecto se ha realizado el diseño y el estudio energético de una instalación HVAC para una vivienda unifamiliar de obra nueva localizada en una Zona Climática B, en este caso se ha querido establecer en Santa Pola (Alicante). Para ello se ha tenido que determinar los elementos constructivos que conforman dicha vivienda según la normativa vigente del Código Técnico de la Edificación (CTE) especificado en el Documento Básico HE de Ahorro de energía. Además, se ha realizado una comparación constructiva en el caso de que esta misma vivienda se situara en una Zona Climática E donde se ha escogido la provincia de León.

La vivienda base por tanto dispondrá de instalación de climatización, de instalación de calefacción, de ventilación y de agua caliente sanitaria (ACS). Tras este primer diseño el cual ya cumple la normativa establecida por el Código Técnico de la Edificación se realizarán mejoras para conseguir una mayor eficiencia energética.

Por otro lado, respecto a la comparación entre la Zona Climática B y la Zona Climática E se verán las diferencias constructivas de ambas situaciones, así como un breve estudio económico que se detallará en los próximos capítulos.

Por tanto, este documento consta de 18 capítulos, donde se hace una introducción al tema mediante un repaso histórico hasta la actualidad sobre el uso y generación de las fuentes energéticas y haciendo mención a la normativa.

A continuación, se expondrá las especificaciones básicas de la vivienda para proseguir con la explicación del diseño y cálculo de las distintas instalaciones que dispondrá la vivienda, así como su estudio de mejora energética, finalizando con la comparación de Zonas Climáticas viendo las diferencias de elementos constructivos y la diferencia económica que suponen dichos cambios.

Y finalmente se expondrán una conclusión a través de un resumen de todos los resultados obtenidos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto es el de calcular las instalaciones de climatización, ventilación y agua caliente sanitaria para una vivienda unifamiliar de obra nueva situada en una Zona Climática B cumpliendo la normativa vigente del CTE y tras ello, realizar un estudio de mejora de eficiencia energética a través de cambio de equipos o adición de instalaciones de energías renovables.

Además, se ha determinado los elementos constructivos que tendría dicha vivienda teniendo en cuenta la normativa vigente del CTE.

Finalmente, como añadido al estudio se ha decidido realizar una comparación suponiendo el caso de que esta vivienda se construyera y se instalara en una Zona Climática E haciendo hincapié en el ámbito constructivo viendo los distintos materiales utilizados y la diferencia económica que supondría.

2.2. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto se centra principalmente en la implantación de las instalaciones de climatización, ventilación y agua caliente sanitarias con distintas propuestas de mejora en la eficiencia energética para una vivienda unifamiliar de obra nueva, por lo que el estudio va enfocado al diseño y cálculo de estas instalaciones que requiere una vivienda para proporcionar el confort y la salubridad que se exige, cumpliendo siempre con la normativa establecida en el CTE.

En cuanto a la comparativa entre los dos casos escogidos donde influye la Zona Climática en la que se encuentran, solamente se ha buscado en primer lugar establecer unos elementos constructivos en ambas zonas que cumpliera con la normativa referente al Documento Básico HE1 del Ahorro Energético y un estudio estimativo económico sobre los elementos constructivos más diferenciales, en este caso los distintos aislamientos térmicos que se utilizan tanto en la Zona B como en la Zona E.

Para la consecución de este proyecto se ha llevado a cabo la siguiente metodología:

- Modelado de la vivienda a estudiar a través de los planos adquiridos.
- Determinación de emplazamiento y situación del edificio.
- Determinación de los elementos constructivos.
- Recopilación de información respecto a los diferentes tipos de instalaciones climáticas, de ventilación, de agua caliente sanitaria y energía solar.
- Recopilación de las distintas opciones de instalaciones que se podría llevar a cabo en la vivienda.
- Determinación y cálculo de una instalación HVAC base para la vivienda.

- Propuestas de mejora de eficiencia energética para las distintas instalaciones a partir de la instalación base.
- Comparativa estimativa económica entre los casos de situación de Zona Climática B y Zona Climática E.

3. EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

La humanidad, durante siglos, ha tenido la necesidad de usar la energía del medio para su propio beneficio, desde calentarse en las noches frías o cocinar alimentos mediante hogueras de madera, hasta usar la fuerza del viento para impulsar navíos por el mar mediante velas. Hasta la revolución industrial, estas fuentes de energía eran de origen renovable, a partir de este momento se extiende el uso de los combustibles fósiles, principalmente el carbón y el petróleo. El progreso industrial y tecnológico fue necesario para que las sociedades se desarrollaran y evolucionaran, pero esto hizo que el planeta se exponga frente a desafíos ambientales los cuales hay que superar.

En los últimos años, el aumento poblacional ha condicionado una fuerte demanda energética. Y por ello países subdesarrollados, para abastecer dicha demanda, han sobreexplotado los recursos naturales obteniendo un aumento desmedido de las emisiones de gases de efecto invernadero como principal consecuencia.

Este uso descontrolado de energías de origen fósil hace que se estén lanzando a la atmosfera una gran cantidad de CO₂, junto con otros gases, gas metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoruro de azufre (SF₆), hidrofluorocarbonos (HFC), y perfluorocarbono (PFC). Todas estas emisiones es lo que denominamos Efecto Invernadero, responsables del calentamiento global.

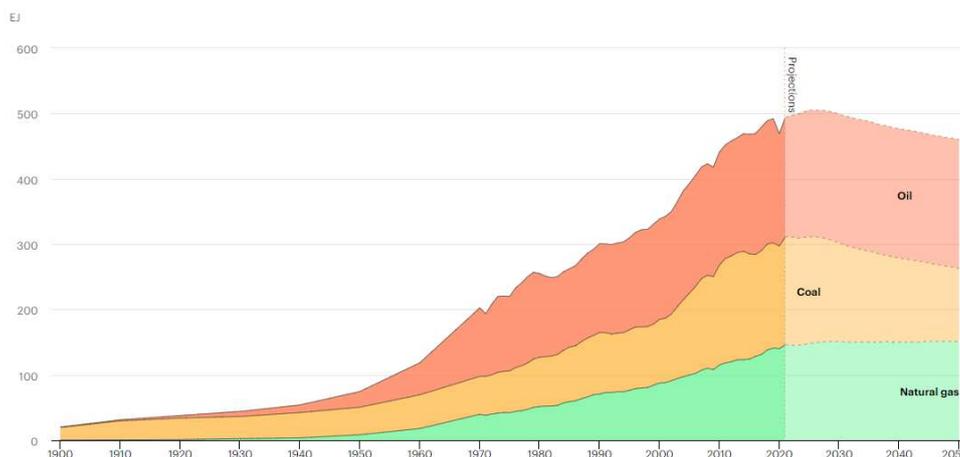


Ilustración 1: Evolución generación de energía combustible fósil. Fuente: Agencia Internacional de la Energía (IEA)

La generación mundial de energía a partir del carbón alcanzó un máximo histórico en 2021, elevando las emisiones de CO₂ de las centrales eléctricas de carbón a niveles récord. A pesar de los crecientes llamados de los gobiernos y el sector privado para reducir gradualmente o abandonar el carbón, representó más de un tercio de la generación total de electricidad.

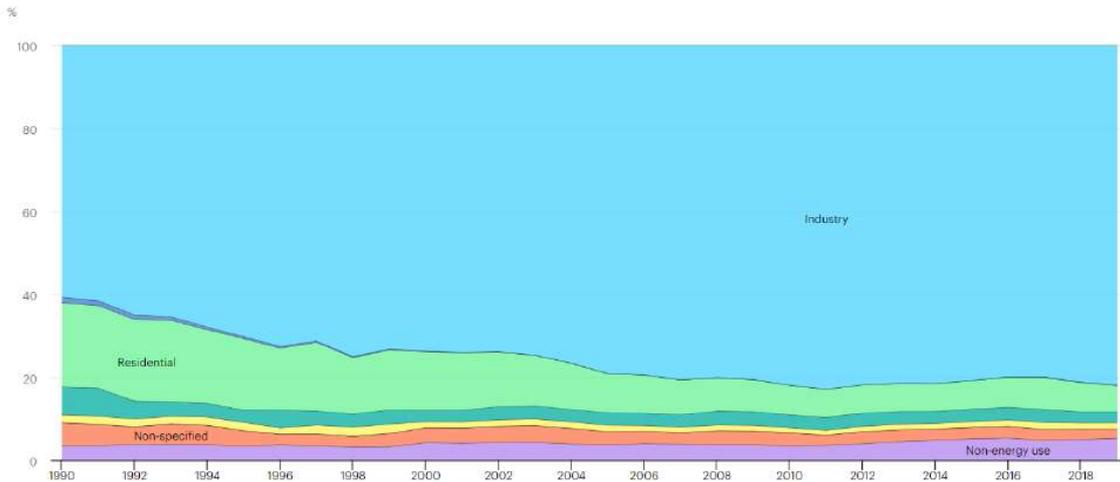


Ilustración 2: Evolución porcentual de consumo de energía en diferentes sectores. Fuente: IEA

En cuanto al sector de los edificios tiene una huella de carbono muy grande cuando se contabilizan las emisiones directas e indirectas. Este sector representa el 30% del consumo global de energía final y el 26% de las emisiones globales relacionadas con la energía, donde el 8% son emisiones directas en los edificios y el 18% son emisiones indirectas de la producción de electricidad y calor utilizado en estos. Por otro lado, las emisiones directas del sector de la construcción disminuyeron en 2022 en comparación con el año anterior, a pesar de que las temperaturas extremas aumentaron las emisiones relacionadas con la calefacción en determinadas regiones. En 2022, el uso de energía en el sector de la construcción aumentó alrededor del 1%.

Más allá de las emisiones directas e indirectas de las operaciones de los edificios, 2,5 Gt de CO₂ en 2022 estuvieron asociadas a la construcción de edificios, incluida la fabricación y el procesamiento de cemento, acero y aluminio para edificios. Por tanto, en total, las operaciones de edificios y las emisiones de la construcción representan más de un tercio de las emisiones globales relacionadas con la energía por lo que se necesitan medidas para disminuir y de adaptación en toda la cadena de valor de los edificios.

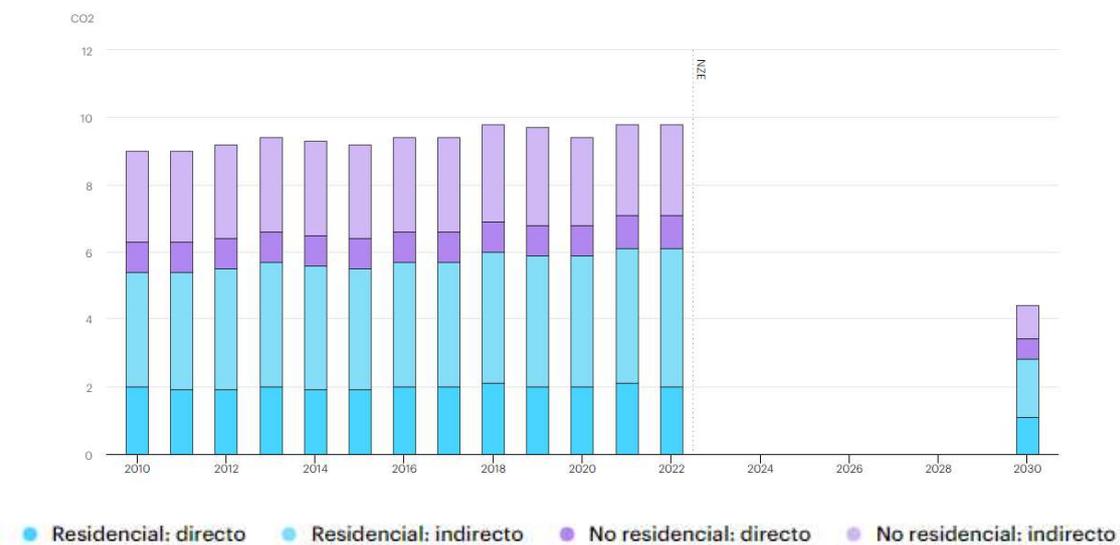


Ilustración 3: Emisiones globales de CO₂ derivadas del funcionamiento de edificios. Fuente: IEA

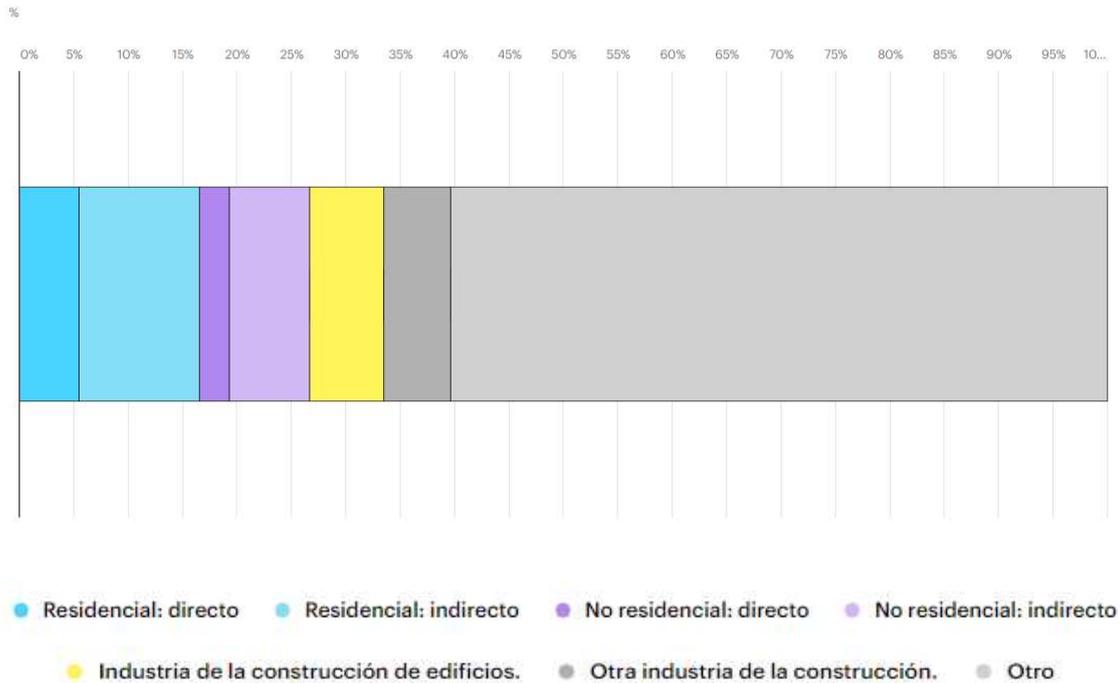


Ilustración 4: Emisiones globales de CO2 procedentes de edificios, 2022. Fuente: IEA

El actual marco español de energía y clima se basa en los objetivos 2050 de neutralidad climática nacional, 100% de energías renovables en el mix eléctrico y 97% de energías renovables en el mix energético total. Por ello, se centra en el desarrollo masivo de las energías renovables, la eficiencia energética, la electrificación y el hidrógeno renovable.

A pesar del considerable progreso, España todavía está fuertemente dominada por los combustibles fósiles. En particular, los sectores del transporte, la industria y la construcción tienen un trabajo considerable por delante para cumplir los objetivos del país de descarbonización y mayores proporciones de energías renovables.

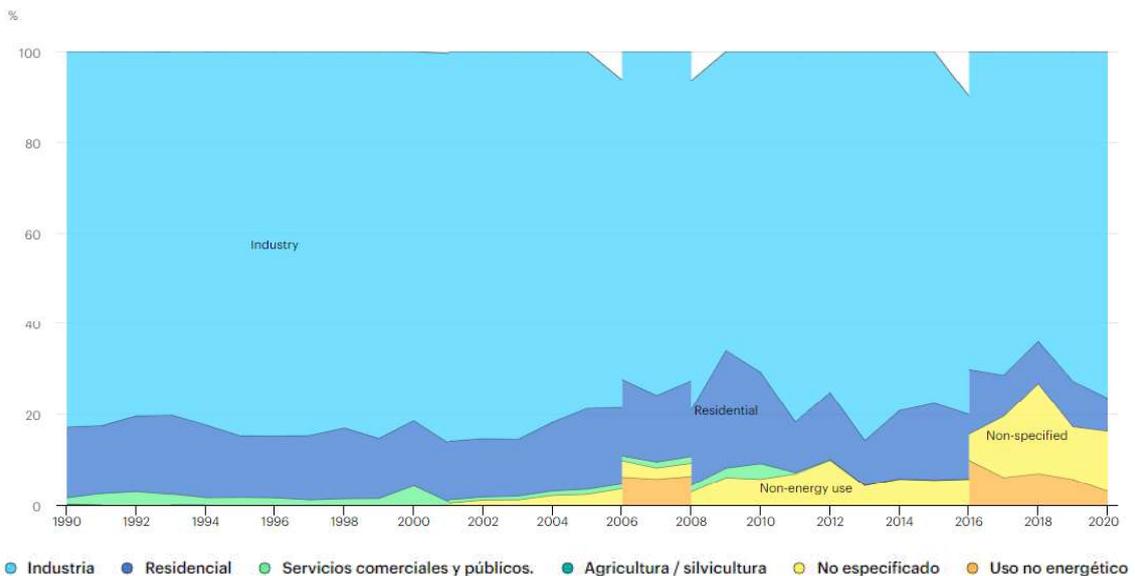


Ilustración 5: Consumo final de carbón por sector, España 1990-2020. Fuente: IEA

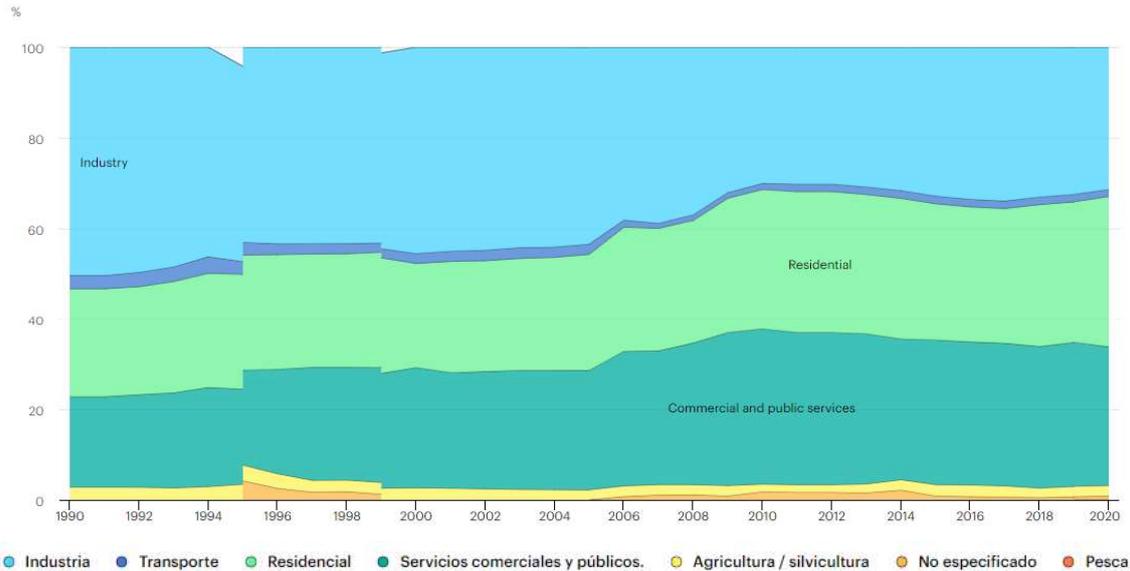


Ilustración 6: Consumo de electricidad por sector, España 1990-2020. Fuente: IEA

La estrategia energética global de España emplea el principio de “primero la eficiencia”. En todos los sectores, los objetivos de transición energética de España pasan en gran medida por la reducción del consumo. España ya ha comenzado a desvincular el crecimiento económico del consumo de energía; La intensidad energética, la relación entre el consumo total y el producto interno bruto, cayó un 18 % entre 2008 y 2019. Aun así, se necesitarán más reducciones en todos los sectores.

El Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética, así como el PNIEC, recogen una serie de medidas para mejorar la eficiencia y reducir el consumo en todos los sectores económicos, incluidos el transporte, la edificación y la industria.

España ocupa el puesto 22, de los 111 países analizados, en cuanto a su comportamiento en eficiencia energética se refiere, según el informe RISE (Regulatory Indicators for Sustainable Energy) elaborado por el Banco Mundial. En este informe se refleja de forma jerarquizada el posicionamiento de los distintos países en lo referente al acceso de la energía, la apuesta por las energías renovables y la eficiencia energética.

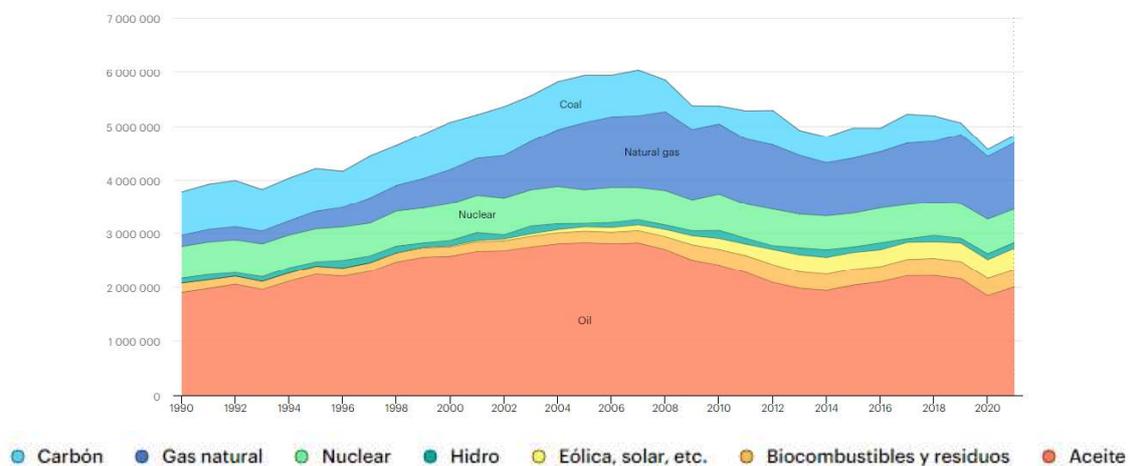


Ilustración 7: Generación total de energía por fuente, España 1990-2021. Fuente: IEA

4. NORMATIVA

Desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación, conocidas como normas MV, eran competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación se desarrollaba por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación, una institución que fue creada en 1937.

Estas reglas se transformaron en las Normas Básicas de la Edificación (NBE) en 1977. Estas normas eran de obligado cumplimiento para los agentes del sector. Para completar el marco regulatorio a las NBE se añadieron las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), que no tenían carácter obligatorio y constituían el desarrollo operativo de las NBE.

En 1999 se publicó la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (LOE), con el objetivo prioritario de regular el sector de la edificación actualizando y completando la configuración legal de los agentes que intervienen en el mismo, fijando sus obligaciones y las responsabilidades y garantías frente a los usuarios, en base a una definición de los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios. La LOE respondía así a la necesidad de actualizar el conjunto de normas preexistentes, pero también de completar una regulación que hasta 1999 había sido dispersa y poco clara.

En su disposición final segunda la LOE autorizaba al Gobierno para que aprobase mediante Real Decreto un Código Técnico de la Edificación (CTE) que estableciese las exigencias básicas de calidad que debían cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

El CTE, aprobado mediante el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo y modificado con posterioridad en varias ocasiones, vino así a plasmar en especificaciones las exigencias de la LOE y a traducir al lenguaje técnico sus aspiraciones.

4.1. RESUMEN HISTÓRICO

- 1979: NBE-CT-79: (Norma Básica de Edificación sobre Condiciones Térmicas) Primera normativa en España sobre exigencias mínimas para el asilamiento en viviendas.
- 1980: RICCA: (Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS) Primera normativa que regula las instalaciones térmicas de los edificios.
- 1993: Directiva 93/76/CEE (SAVE) Relativa a la limitación de emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética.
- 1998: RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios) Deroga al RICCA.
- 2002: Directiva 2002/91/CE Tiene como objetivo fomentar eficiencia energética para reducir las emisiones de dióxido de carbono. Esta directiva se aplica en España mediante el CTE DB-HE de 2006 y el RITE de 2007.
- 2006: CTE (Código Técnico de Edificación) En el apartado DB-HE se establecen los criterios y condiciones mínimas actuales de ahorro de energía en edificios de nueva construcción.

- 2007: Real Decreto 1027/2007 RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) Deroga al documento anterior de 1998.
- 2010: Directiva 2010/31/UE (Relativa a la eficiencia energética en edificios) Tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en edificios, teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales y exigencias ambientales interiores. Para ello se establece un marco metodológico común para los requisitos mínimos de eficiencia energética.
- 2012: Directiva 2012/27/UE Tiene como objetivo crear un marco común para el fomento de la Eficiencia energética en edificios y supone un compromiso para aumentar un 20% la eficiencia energética y reducir un 20% las emisiones en edificios para el 2020. Complementa a la directiva 2010/31/UE.
- 2013: Real Decreto 235/2013 (Certificación energética de edificios) Se adapta la Directiva europea 2010/31/UE. En este Real Decreto se establece que a partir del 1 de junio de 2013 es obligatorio tener el certificado de eficiencia energética para alquilar o vender tanto edificios de nueva construcción como existentes.



5. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento energético del edificio y proporcionan información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer recomendaciones que mejoren dicho comportamiento.

Estos indicadores, en base anual y referidos a la unidad de superficie útil del edificio, se obtendrán de la energía consumida por el edificio para satisfacer, en unas condiciones climáticas determinadas, las necesidades asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá la energía consumida en: calefacción, refrigeración, ventilación, producción de agua caliente sanitaria y, en su caso, iluminación; a fin de mantener las condiciones de confort térmico y lumínico así como la calidad del aire interior.

Los indicadores principales o globales de eficiencia energética son:

- Las emisiones anuales de CO₂e: CO₂ equivalente.
- El consumo anual de energía primaria no renovable.

Estos indicadores principales incluyen el impacto de los servicios de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria y, en usos distintos al residencial privado (vivienda), de iluminación, así como la reducción de emisiones o consumo de energía primaria no renovable derivada del uso de fuentes de energía renovables.

Los indicadores complementarios de eficiencia energética son:

- La demanda energética anual de calefacción.
- La demanda energética anual de refrigeración.
- El consumo anual de energía primaria no renovable desagregada por servicios.
- Las emisiones anuales de CO₂e desagregada por servicios.
- Las emisiones anuales de CO₂e desagregada por consumo eléctrico y por otros combustibles.

Los servicios considerados en los indicadores complementarios son los de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria y, en edificios de uso distinto al residencial privado (vivienda), también el de iluminación.

Las unidades empleadas para expresar estos indicadores serán: el kWh por m² de superficie útil del edificio, para valores de demanda o consumo, y el kgCO₂e por m² de superficie útil del edificio, para valores de emisiones.

5.1. ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA EDIFICIOS DE USO RESIDENCIAL PRIVADO

Los edificios destinados a uso residencial privado (vivienda) se clasificarán, para cada uno de los indicadores de eficiencia energética, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

Calificación	Índice	
A		C1 < 0,15
B	0,15 ≤	C1 < 0,50
C	0,50 ≤	C1 < 1,00
D	1,00 ≤	C1 < 1,75
E	1,75 ≤	C1 < 1,00
F	1,75 ≤	C1 < 1,50
	1,00 ≤	C2 < 1,50
G	1,75 ≤	C1
	1,50 ≤	C2

Ilustración 8: Calificación energética e índices para edificios de uso residencial privado (vivienda)

Los índices C1 y C2 que permiten obtener, para cada indicador, la calificación energética de viviendas unifamiliares y de viviendas en bloque, se obtienen mediante las fórmulas siguientes:

$$C_1 = \frac{(R \cdot I_0 / I_r) - 1}{2 \cdot (R - 1)} + 0,6$$

$$C_2 = \frac{(R \cdot I_0 / I_r) - 1}{2 \cdot (R' - 1)} + 0,5$$

Donde:

- I_0 : Es el valor del indicador analizado (emisiones anuales de CO₂e, consumo anual de energía primaria no renovable, demanda de calefacción, etc.) del edificio objeto.
- I_r : Es el valor medio del indicador del parque de referencia de edificios nuevos de uso residencial privado (vivienda).
- R : Es el ratio entre el valor de I_r y el valor del indicador correspondiente al percentil del 10 % del parque de referencia de edificios nuevos de uso residencial privado (vivienda).
- I_s : Es el valor medio del indicador del parque de referencia de edificios existentes de uso residencial privado (vivienda).
- R_0 : Es el ratio entre el valor de I_s y el valor del indicador correspondiente al percentil del 10 % del parque de referencia de edificios existentes de uso residencial privado (vivienda).

5.2. ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La etiqueta de eficiencia energética de edificios en territorio español se ajustará al modelo incluido en el ANEXO I (Mostrado en el siguiente apartado).

Para la inclusión de la etiqueta de eficiencia energética en la publicidad de venta o alquiler de inmuebles, a través de folletos o portales inmobiliarios, se permite modificar sus dimensiones, siempre que resulte legible y se conserven su formato y proporciones. En estos casos también se permitirá mostrar únicamente las escalas y los valores de la etiqueta, manteniendo el formato y las proporciones.



Ilustración 9: Ejemplo de etiqueta de calificación energética

5.3. DOCUMENTO CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

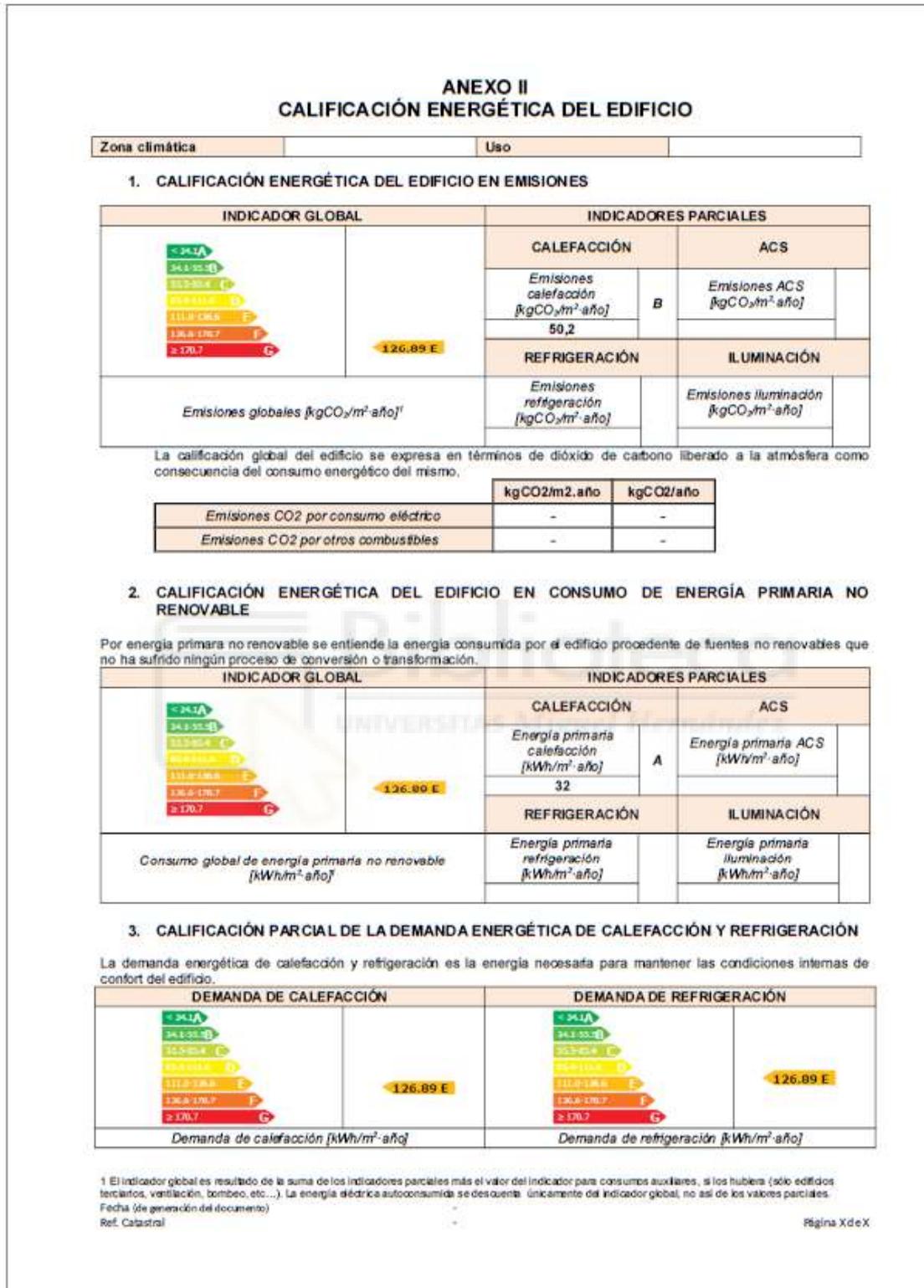


Ilustración 10: Certificado de eficiencia energética.

6. ZONAS CLIMÁTICAS

Dado que el objetivo del documento básico de ahorro de energía consiste en conseguir el uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo.

La demanda energética de los edificios, se limita en función de la localidad en la cual se ubican y del uso previsto del edificio.

Para la zonificación, el Código Técnico de la Edificación establece en su documento básico de Ahorro de Energía DB H1 de Condiciones para el control de la demanda energética establecen 13 zonas climáticas identificadas mediante una letra mayúscula correspondiente a la severidad climática en invierno (A-E) y un número (1-4) correspondiente a los valores de verano. Para las Islas Canarias se ha establecido como zona climática alfa.

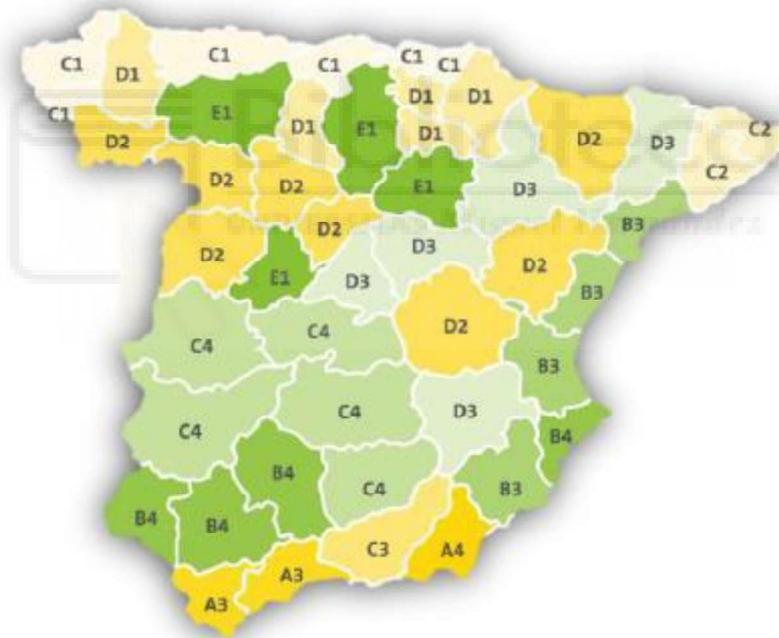


Ilustración 11: Zonas Climáticas en España

6.1. IMPORTANCIA DE LAS ZONAS CLIMÁTICAS

Las zonas climáticas están ligadas al ámbito de la eficiencia energética en la vivienda y determina las solicitaciones exteriores en términos de temperatura y radiación solar. Por tanto, definir en qué zona climática se sitúa un edificio es un parámetro determinante para cuantificar las necesidades energéticas de la vivienda, siendo esto necesario para los cálculos como el del certificado energético de una vivienda, saber la potencia de refrigeración o calefacción que requiere o para saber qué elementos de aislamiento

necesita la residencia a la hora de llevar a cabo la obra nueva o la rehabilitación energética en caso de reforma.

Para la transmitancia térmica y permeabilidad del aire que se requiere en una vivienda el CTE establece unos valores máximos según la zona climática en el documento básico de Ahorro de energía DB H1 atendiendo a la división de invierno.

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	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 (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

Ilustración 12: Tabla del CTE de valores límite de transmitancia térmica según zona climática

Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica tienen que tener una adecuada estanqueidad del edificio al aire. Particularmente, se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados. Por ello, la permeabilidad al aire (Q_{100}) de los huecos que pertenezcan a la envolvente térmica no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.a-HE1.

Tabla 3.1.3.a-HE1 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} .

Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 (≤27 m³/h·m²) y clase 3 (≤9 m³/h·m²) de la UNE-EN 12207:2017.

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

Ilustración 13: Tabla de CTE de valores límite de permeabilidad al aire de huecos según zona climática

7. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA A ESTUDIAR

En este apartado se procede a la descripción de la vivienda en cuestión a estudio en cuanto a ubicación geográfica, así como la disposición de los distintos recintos que componen el edificio.

En primer lugar, respecto al tipo de edificio se trata de una vivienda unifamiliar de obra nueva la cual cuenta con Planta Baja, Planta Primera, Planta Segunda y Planta Cubierta.

Otros puntos a tratar en este capítulo son los siguientes:

- Situación y emplazamiento.
- Zona Climática.
- Disposición del edificio.

7.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La situación escogida para la realización del estudio de la vivienda se ha ubicado en Santa Pola (Alicante), España.

Santa Pola es un municipio de la Comunidad Valenciana situado en la costa de la provincia de Alicante, en la comarca del Bajo Vinalopó. Esta localidad se encuentra a una altitud de 6 metros sobre el nivel del mar.

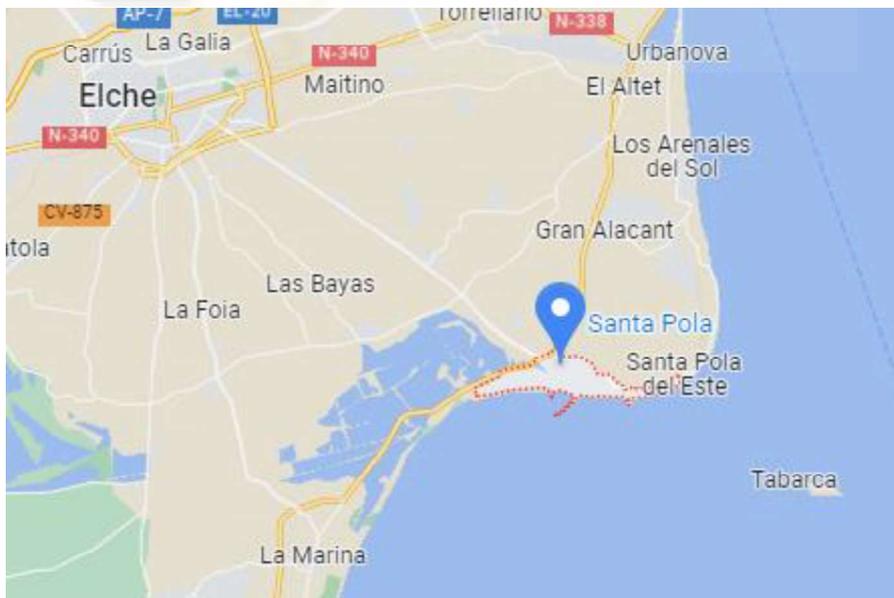


Ilustración 14: Ubicación de la vivienda en España.

Por tanto, la zona climática en la que se va a realizar el estudio se trata de una zona climática B4.

7.2. DISPOSICIÓN DE LA VIVIENDA

La orientación de la vivienda se ha escogido de forma que la fachada con menos superficie de hacia al sur la cual da salida al jardín o patio exterior. Por lo que la fachada de la entrada principal está orientada al este.

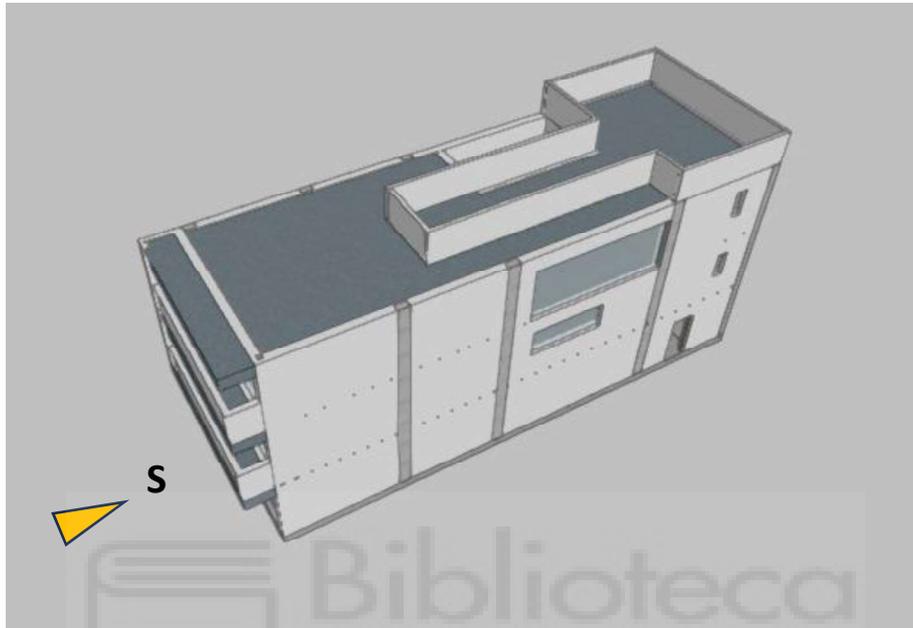


Ilustración 15: Orientación en Vista 3D de la vivienda

Como se ha comentado anteriormente la vivienda consta de Planta Baja, Planta Primera, Planta Segunda y Planta Cubierta. A continuación, se procede a comentar las distintas zonas y superficies que contiene cada planta.

- Planta Baja, está distribuida de la siguiente manera:

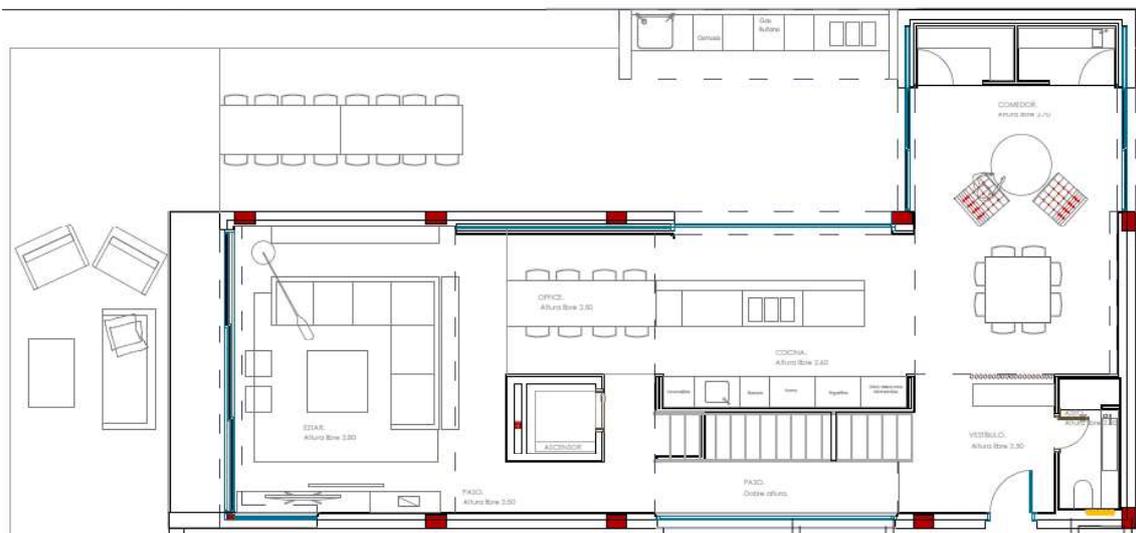


Ilustración 16: Plano de la Planta Baja de la vivienda. Vista: En Planta

La Planta Baja se divide por tanto en:

Recintos	Altura Libre (m)	Superficie (m ²)
Sala de estar – Cocina	2,6	62,61
Comedor	2,6	23,39
Escalera	2,6	10,00
Vestíbulo	2,6	7,29
Aseo 1	2,5	2,83
Galería 1	2,5	2,61
Ascensor	-	2,25
Armario 1	2,5	2,20
		113,18

Tabla 1: Superficies de la distribución de la Planta Baja

Tanto la Sala de estar-Cocina, Comedor, Escalera y Vestíbulo son recintos abiertos por lo que en cuanto a zona para climatizar hay que tener en cuenta toda esta superficie, por tanto, 1 zona climatizada. En los siguientes apartados se explicará este punto de forma más detallada.

➤ Planta Primera, está distribuida de la siguiente manera:

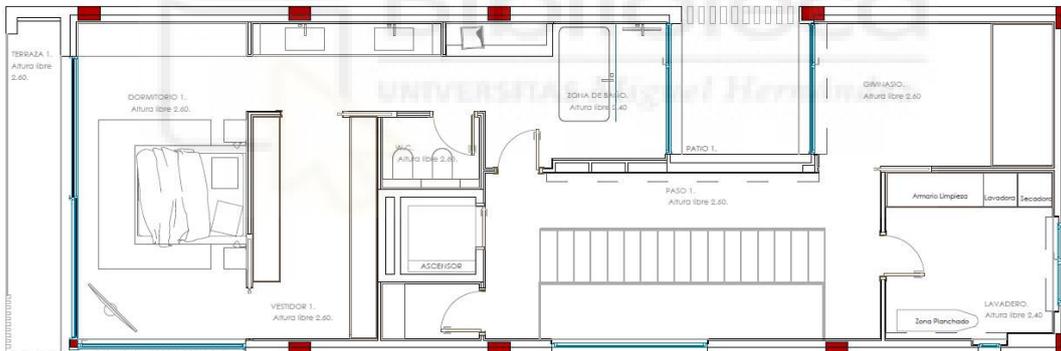


Ilustración 17: Plano de la Planta Primera de la vivienda. Vista: En Planta

La Planta Primera se divide por tanto en:

Recintos	Altura Libre (m)	Superficie (m ²)
Dormitorio 1	2,6	26,64
Vestidor 1	2,6	9,01
Baño 1	2,5	4,99
Aseo 2	2,5	2,18
Gimnasio	2,6	10,87
Galería 2	2,5	8,72
Pasillo	2,6	16,29
Ascensor	-	2,25
Armario 2	2,6	1,71
		82,66

Tabla 2: Superficies de la distribución de la Planta Primera

A diferencia de la Planta Baja, al no tratarse de una zona abierta esta sí está dividida en 2 zonas climatizadas. En los siguientes apartados se explicará este punto de forma más detallada.

➤ Planta Segunda, está distribuida de la siguiente manera:

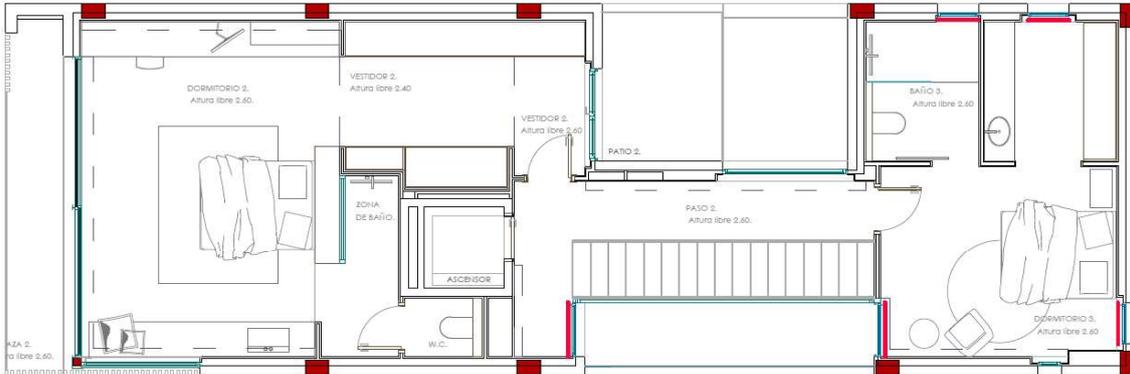


Ilustración 18: Plano de la Planta Segunda de la vivienda. Vista: En Planta

La Planta Segunda se divide por tanto en:

Recintos	Altura Libre (m)	Superficie (m ²)
Dormitorio 2	2,5	35,32
Baño 2	2,5	3,39
Aseo 3	2,5	1,32
Dormitorio 3	2,5	18,08
Baño 3	2,5	4,53
Pasillo	2,5	18,59
Ascensor	-	2,25
		73,48

Tabla 3: Superficies de la distribución de la Planta Segunda

Al igual que en la Planta Primera, al no tratarse de una zona abierta esta planta también está dividida en 2 zonas climatizadas. En los siguientes apartados se explicará este punto de forma más detallada.

- Planta Cubierta, está distribuida de la siguiente manera:

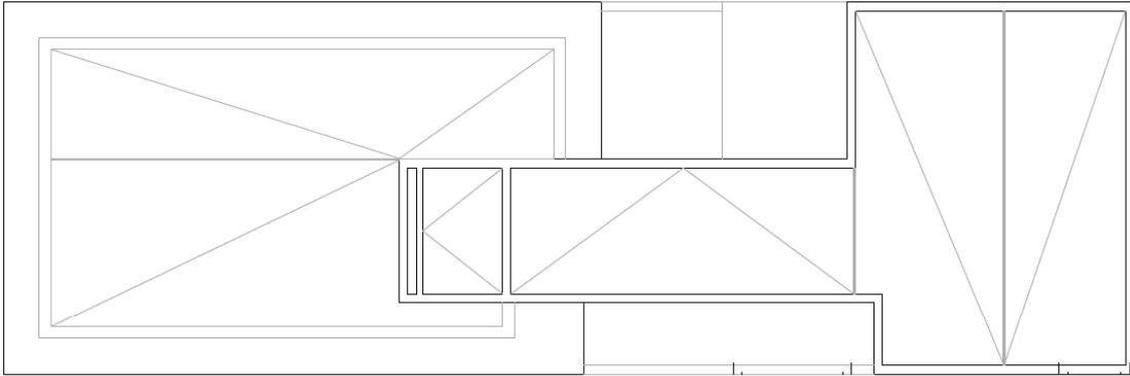


Ilustración 19: Plano de la Planta Cubierta de la vivienda. Vista: En Planta

La Planta Cubierta se divide por tanto en:

Recintos	Altura Libre (m)	Superficie (m ²)
Azotea	-	43,10
Zona no transitable	-	61,16
		104,26



8. METODOLOGÍA Y SOFTWARE UTILIZADO

Una vez sabida la vivienda que se va a estudiar sería necesario qué softwares vamos a utilizar para la simulación y estudio de esta. Para este proyecto se ha decidido utilizar la herramienta CYPE, el cual tiene una gran variedad de programas y aplicaciones para modelar, en este caso, edificios.

8.1. METODOLOGÍA BIM

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital.

Para este trabajo se ha utilizado programas de CYPE. Haciendo uso más concretamente de IFC BUILDER para el modelado estructural, CYPETHERM HE PLUS para el análisis energético y CYPETHERM IMPROVEMENTES Plus para el estudio de las mejoras que se han ido implantando en este estudio.

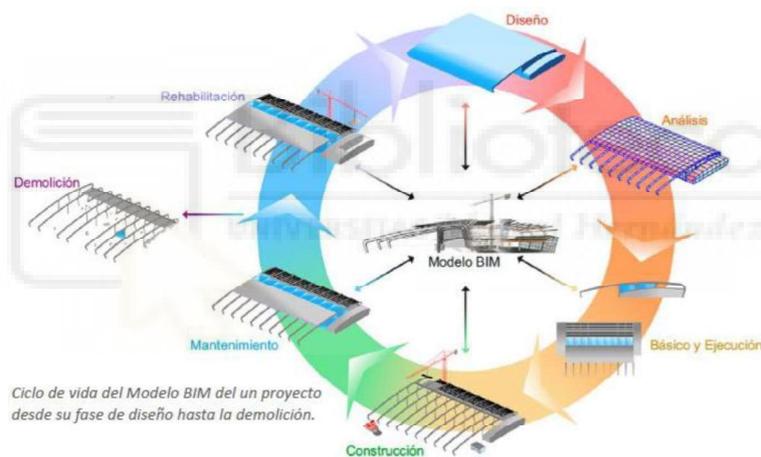


Ilustración 20: Modelo BIM

8.2. IFC BUILDER

IFC Builder es una aplicación gratuita de CYPE que permite la importación o generación de un modelo 3D del edificio en formato IFC.

A través de esta aplicación realizamos el modelado estructural de la vivienda, el cual será la base sobre la que se definan los materiales e instalaciones.



Ilustración 21: IFC Builder

8.3. CYPETHERM HE PLUS

CYPETHERM HE Plus es un software gratuito que ofrece la posibilidad de justificar el cumplimiento del CTE DB HE1 Limitación de la demanda energética, del CTE DB HE0 Limitación del consumo energético y del CTE DB HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria para cualquier tipo de proyecto. Además, calcula la certificación de la eficiencia energética.

Es una herramienta informática reconocida por el Ministerio para la Transición Ecológica y por el Ministerio de Fomento para obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio, tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado.

Al tratarse el estudio de una obra nueva, tanto los elementos constructivos, como la instalación base y sus mejoras tienen que cumplir dichas normativas establecidas, por lo que esta herramienta es muy útil para cumplir con los requerimientos, así como para obtener el certificado energético de cada caso.



Ilustración 22: CYPETHERM HE Plus

8.4. CYPETHERM IMPROVEMENTS PLUS

CYPETHERM Improvements Plus es una herramienta diseñada para la realización de la auditoría energética del edificio y análisis de posibles medidas de mejora, con estudio energético y económico de las distintas alternativas, orientado a la conexión con los programas CYPETHERM.

En él podemos comparar directamente todas las versiones con las diferentes mejoras. Además, se puede incluir también el aspecto económico.



Ilustración 23: CYPETHERM Improvements Plus

9. MODELADO DE LA VIVIENDA. IFC BUILDER

En este apartado se detalla cómo se ha modelado el edificio en el programa IFC Builder de CYPE partiendo de los planos mostrados en apartados anteriores.

En primer lugar, definimos el número de plantas/grupos que constituyen la vivienda, así como las alturas entre solera-forjado y forjado-forjado.

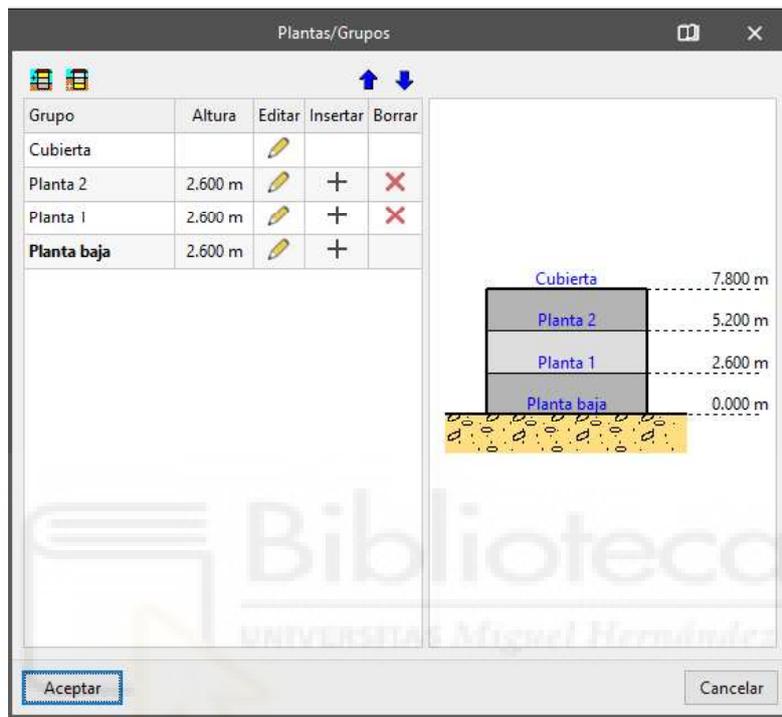


Ilustración 24: Introducción de Plantas y sus alturas. IFC Builder

A continuación, una vez nos encontramos en el entorno del programa indicamos la orientación que tiene el edificio. Donde la flecha indica la dirección y sentido del Norte.

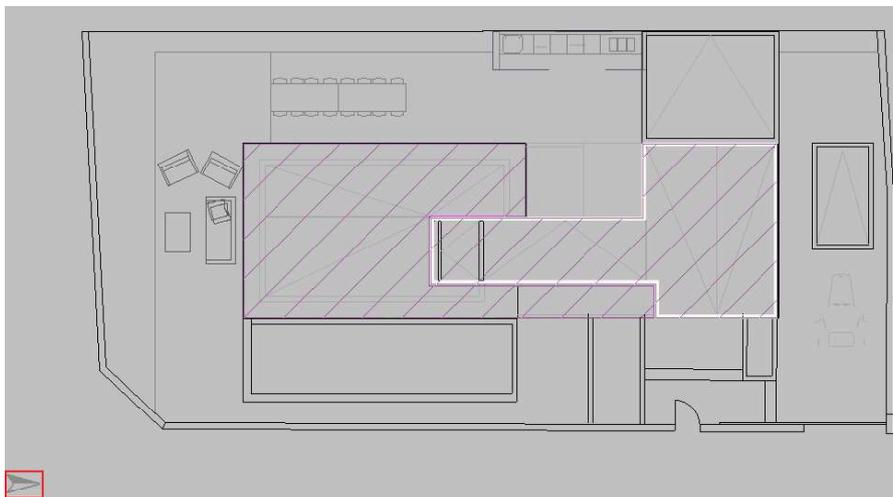


Ilustración 25: Orientación de la vivienda. IFC Builder

9.1. MODELADO 3D

Tras la importación de los planos tenidos en CAD y la introducción de los datos anteriores se pasa a la configuración de la vivienda para hacer el modelo en 3D con los elementos que la conforman.

Para ello tendremos que definir:

- Muros y particiones:
 - Cerramientos
 - Tabiquería
 - Defensas

- Forjados
 - Solera
 - Forjado entre pisos
 - Azotea
 - Huecos en forjado

- Huecos
 - Puerta
 - Ventana o hueco acristalado

- Pilares

Se introducen tanto la posición como las dimensiones de todos estos elementos constructivos en cada planta y se determinan los tipos de recintos para poder definir los diferentes espacios o estancias que hay en el edificio.

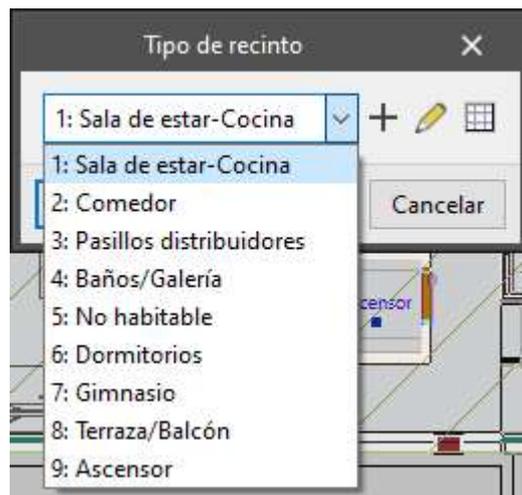


Ilustración 26: Tipos de recintos determinados en la vivienda. IFC Builder

Las Plantas finalmente quedan de la siguiente manera:

- **Planta Baja**

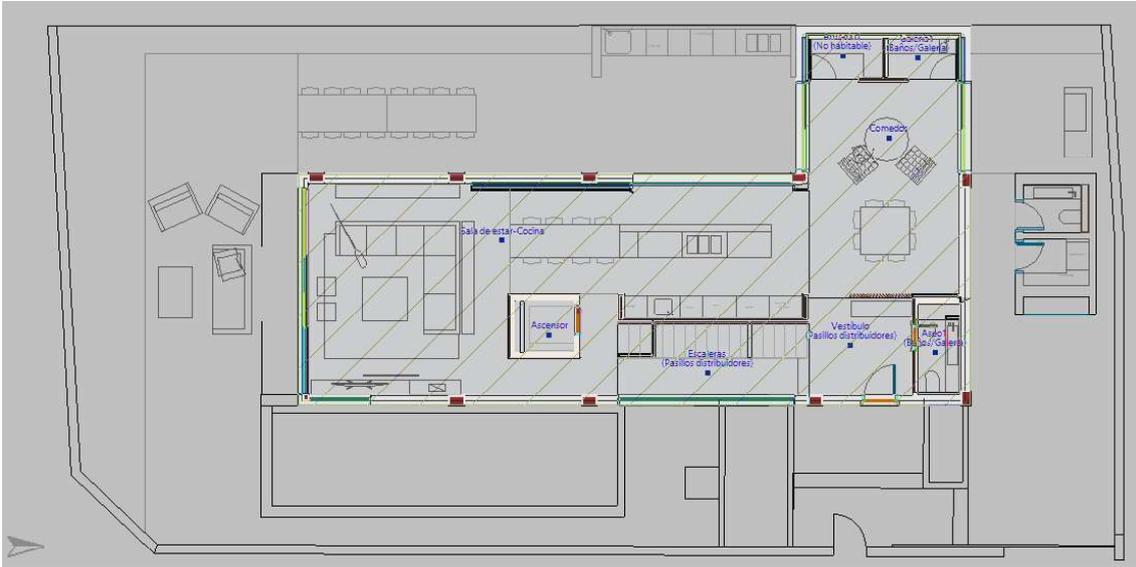


Ilustración 27: Distribución Planta Baja. Vista: En Planta. IFC Builder

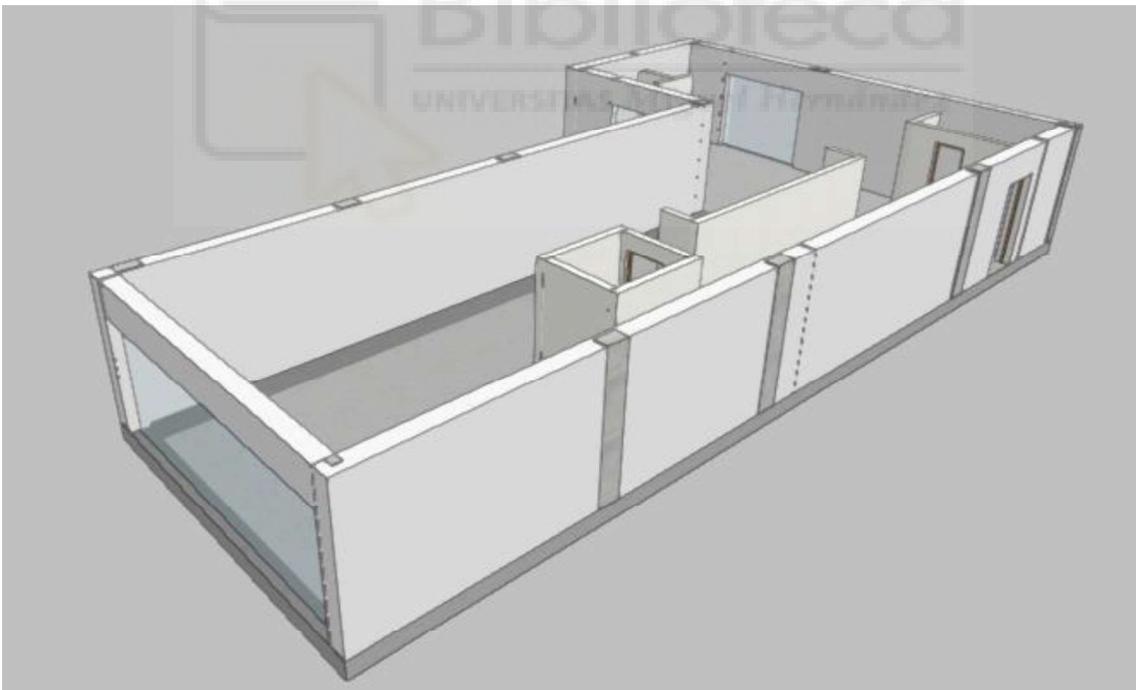


Ilustración 28: Distribución Planta Baja. Vista: En 3D. IFC Builder

- **Planta Primera**

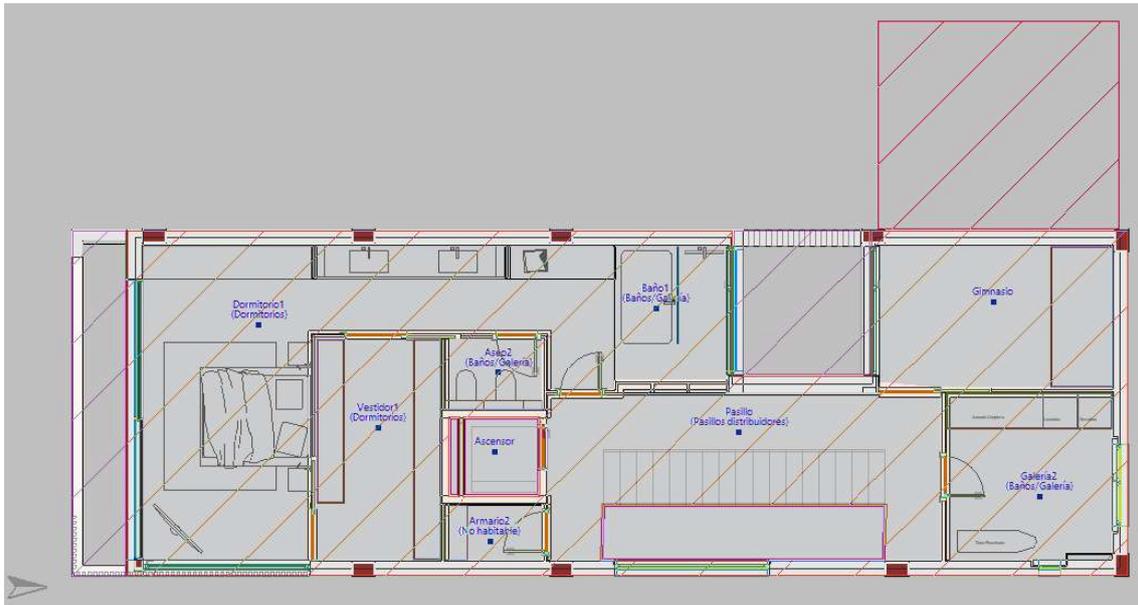


Ilustración 29: Distribución Planta Primera. Vista: En Planta. IFC Builder

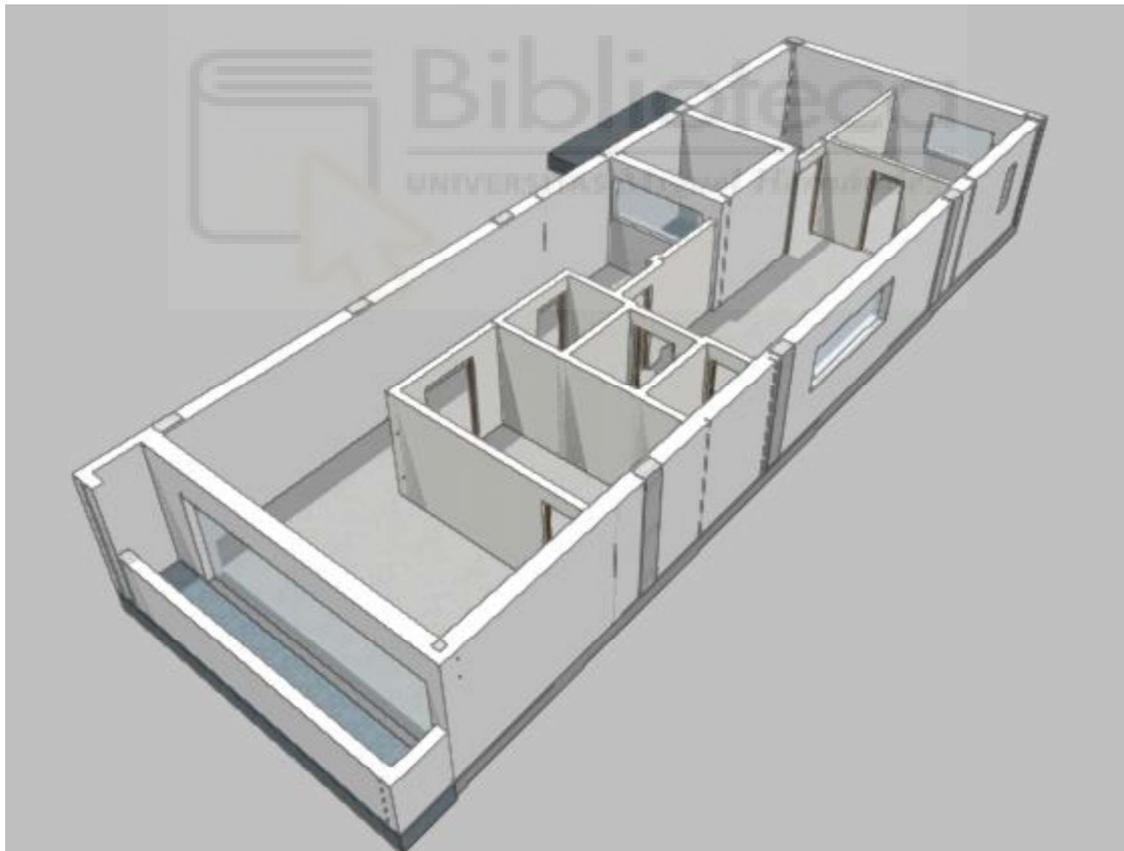


Ilustración 30: Distribución Planta Primera. Vista: En 3D. IFC Builder

- **Planta Segunda**

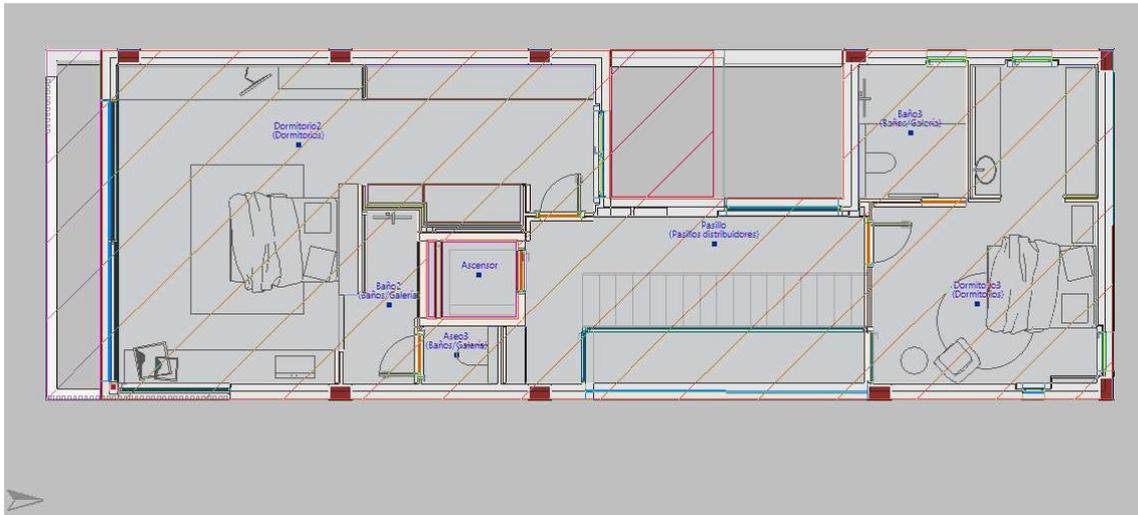


Ilustración 31: Distribución Planta Segunda. Vista: En Planta. IFC Builder



Ilustración 32: Distribución Planta Segunda. Vista: En 3D. IFC Builder

- **Planta Cubierta**

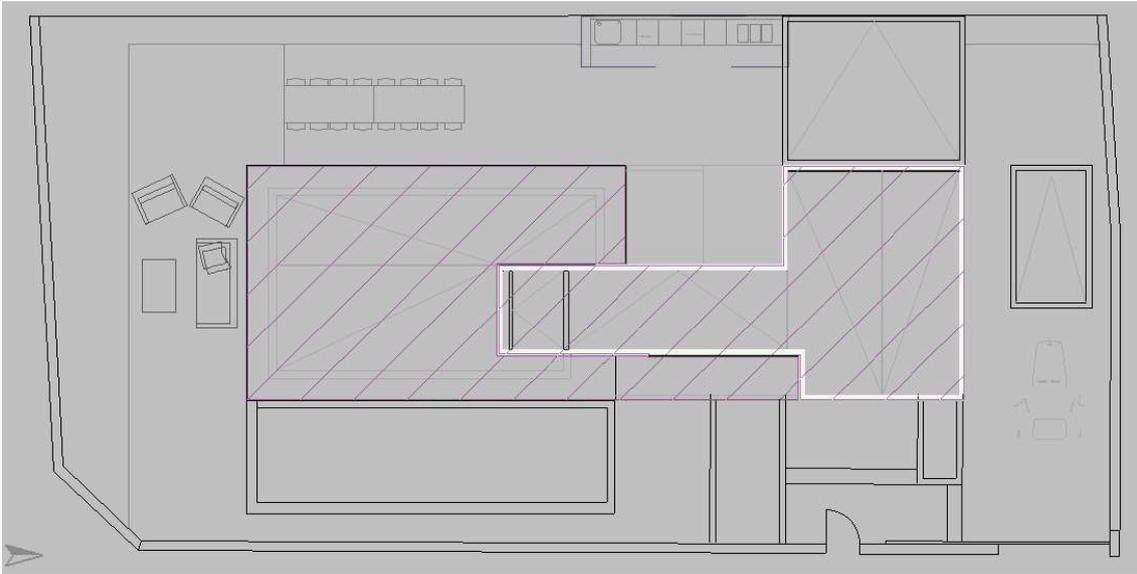


Ilustración 33: Distribución Planta Cubierta. Vista: En Planta. IFC Builder

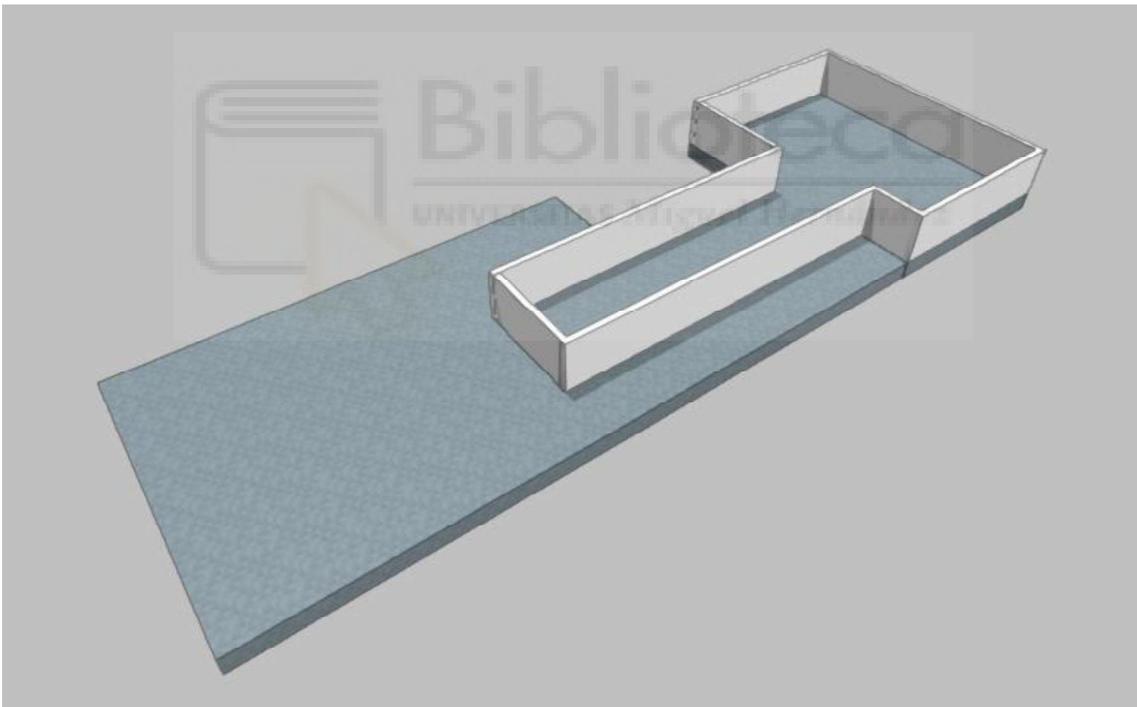


Ilustración 34: Distribución Planta Cubierta. Vista: En 3D. IFC Builder

En cuanto a la definición de las sombras dado que no se sabe la ubicación exacta del edificio y que por tanto, no se conoce si hay edificios alrededor y si producirían alguna sombra a la vivienda, se ha supuesto que está en una zona abierta donde ningún tipo de edificio lo más próximo a la parcela produciría sombras a la vivienda a estudiar.

En IFC Builder se indican posicionamiento y dimensiones de los elementos constructivos, pero no sus materiales. En los siguientes apartados se verán donde es necesario la selección de los materiales que constituyen los elementos constructivos.



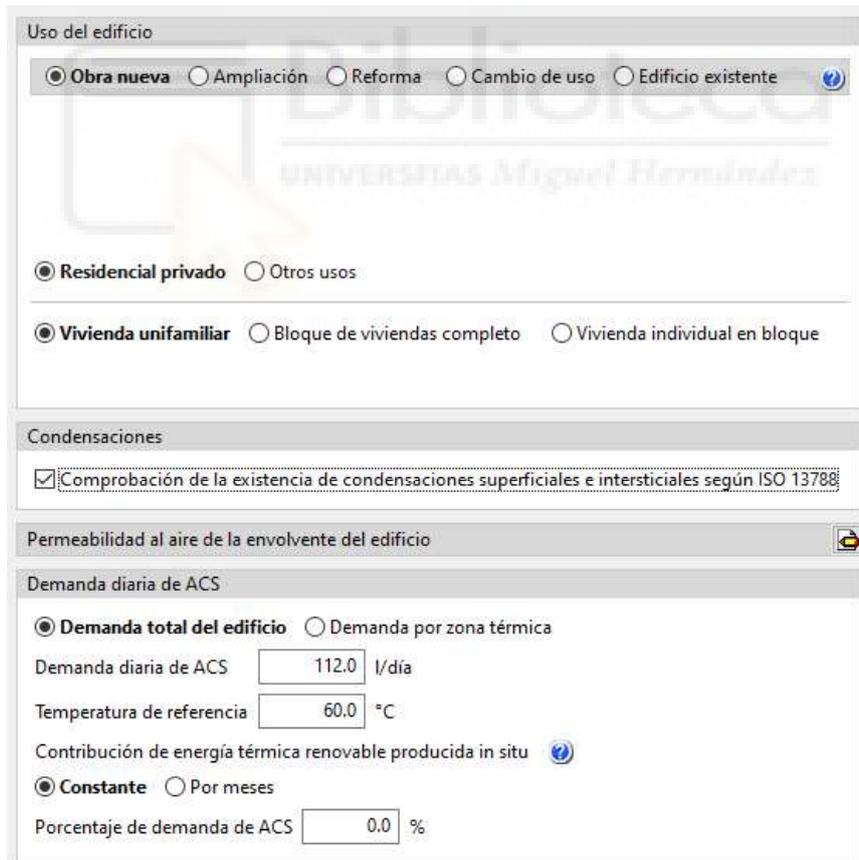
10. DEFINICIÓN DEL EDIFICIO. CYPETHERM HE PLUS

Definido ya el modelo 3D del edificio explicado anteriormente, lo siguiente es definir tanto los datos de emplazamiento, como los elementos térmicos, puentes térmicos y las instalaciones HVAC que se van a instaurar para obtener a qué condiciones va a estar la vivienda. Para esto se va a utilizar el software de Cype llamado CYPETHERM HE Plus.

10.1. PARÁMETROS GENERALES

En primer lugar, es necesario indicar el uso del edificio que se va a estudiar, así como la envergadura del mismo ya que esto condicionaría a la demanda de ACS total.

Se trata de una vivienda de 3 dormitorios, siguiendo la normativa el Anejo F (Demanda de referencia de ACS) del CTE DB HE esto corresponde a una ocupación de 4 personas. Dado que el edificio es de uso residencial se considera una necesidad de 28 l/día por persona, por tanto, el edificio tiene una demanda total de 112 l/día de ACS.



The screenshot shows the 'Uso del edificio' (Building Use) section of the software. It includes several radio button options for building type and use, a checkbox for condensation checks, and input fields for daily hot water demand and reference temperature.

Uso del edificio

Obra nueva Ampliación Reforma Cambio de uso Edificio existente

Residencial privado Otros usos

Vivienda unifamiliar Bloque de viviendas completo Vivienda individual en bloque

Condensaciones

Comprobación de la existencia de condensaciones superficiales e intersticiales según ISO 13788

Permeabilidad al aire de la envolvente del edificio

Demanda diaria de ACS

Demanda total del edificio Demanda por zona térmica

Demanda diaria de ACS: l/día

Temperatura de referencia: °C

Contribución de energía térmica renovable producida in situ

Constante Por meses

Porcentaje de demanda de ACS: %

Ilustración 35: Parámetro generales del Edificio. CYPETHERM HE Plus

10.2. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO

A continuación, se introducen los datos del emplazamiento de la vivienda ya que estos proporcionan una información sobre los datos climatológicos de la zona siendo determinantes tanto para el estudio energético como para la determinación de la envolvente térmica.



Ilustración 36: Datos del Emplazamiento. CYPETHERM HE Plus

Además, con estos datos obtenemos una gráfica sobre las condiciones exteriores de temperatura en esta zona durante el año. Condiciones con las que se realizará el estudio y que permitirá sacar conclusiones una vez obtenidos los resultados finales.

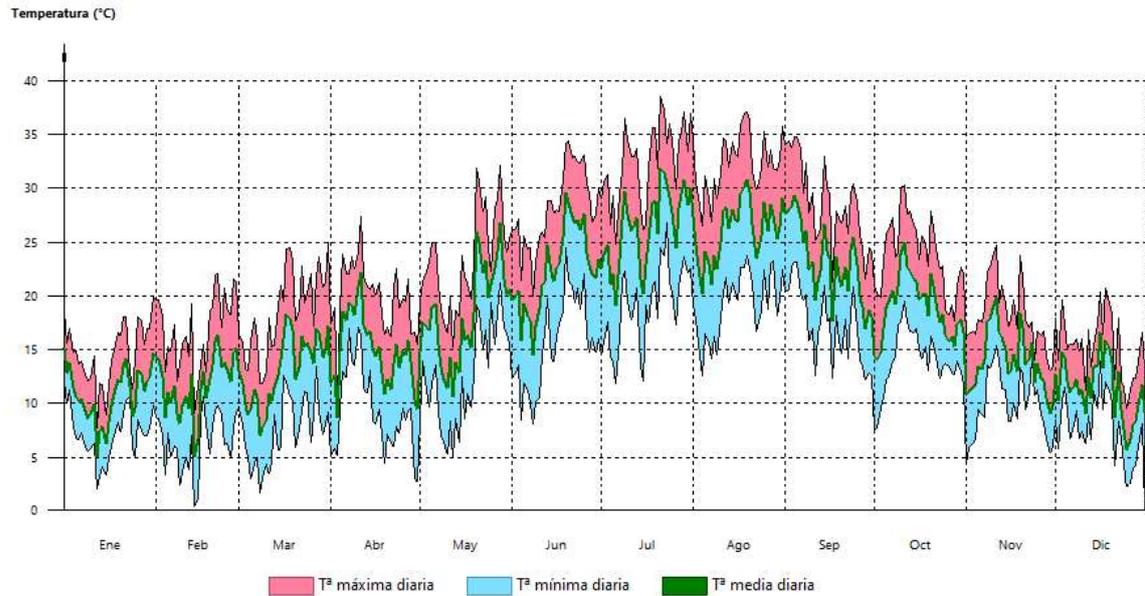


Ilustración 37: Temperaturas exteriores del emplazamiento. CYPETHERM HE Plus

Se puede observar que la temperatura media diaria exterior tiene una temperatura por debajo de la temperatura de confort (alrededor a los 24 °C) durante una gran parte del año. Con esto se puede ir viendo sobre el resultado que el uso de la carga térmica de calefacción va a ser mayor a la carga de refrigeración.

10.3. ENVOLVENTE TÉRMICA Y PUENTES TÉRMICOS

Tras importar el modelo creado de la vivienda en IFC Builder, se definen los elementos constructivos de todos los cerramientos, suelo y forjados que conforman el edificio, así como las puertas, huecos acristalados y cálculo de los puentes térmicos del edificio.

Estas formas constructivas han sido basadas en las facilitadas por el programa pertenecientes al Grupo Valero y la zona climática realizando algunos ajustes hasta cumplir con la normativa del CTE DB HE1.

10.3.1. Cerramientos

- Fachada exterior

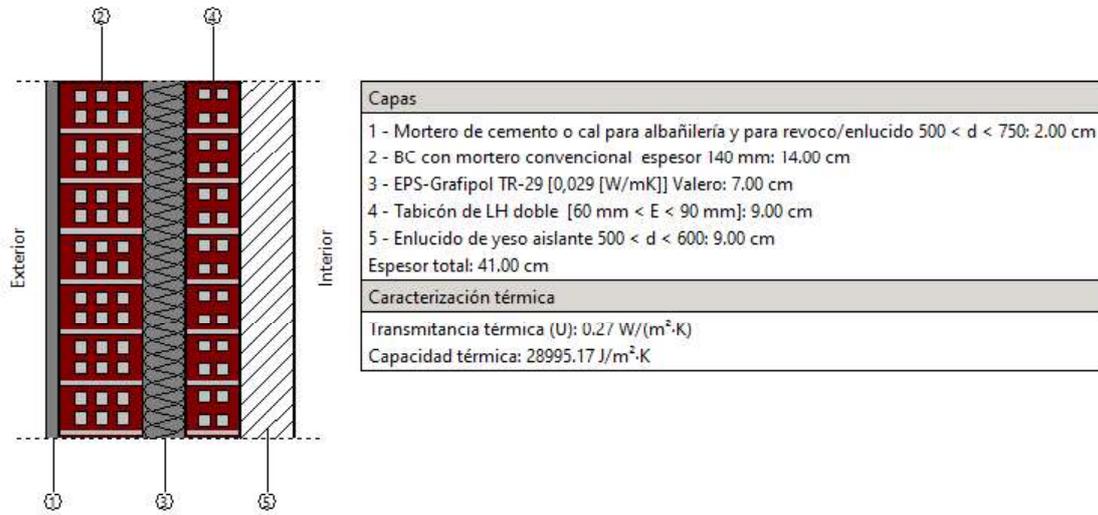


Ilustración 38: Capas de la Fachada exterior Zona climática B. CYPETHERM HE Plus



Ilustración 39: Situación del Cerramiento Fachada exterior en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

10.3.2. Tabiquería

- Tabique para compartimentación interior

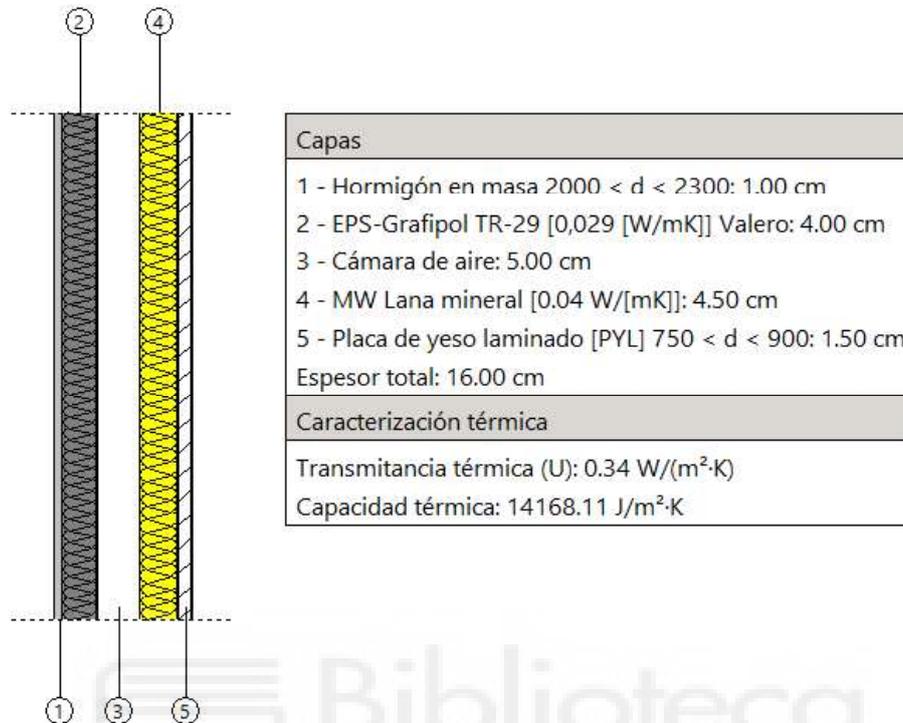


Ilustración 40: Capas de la Tabiquería Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

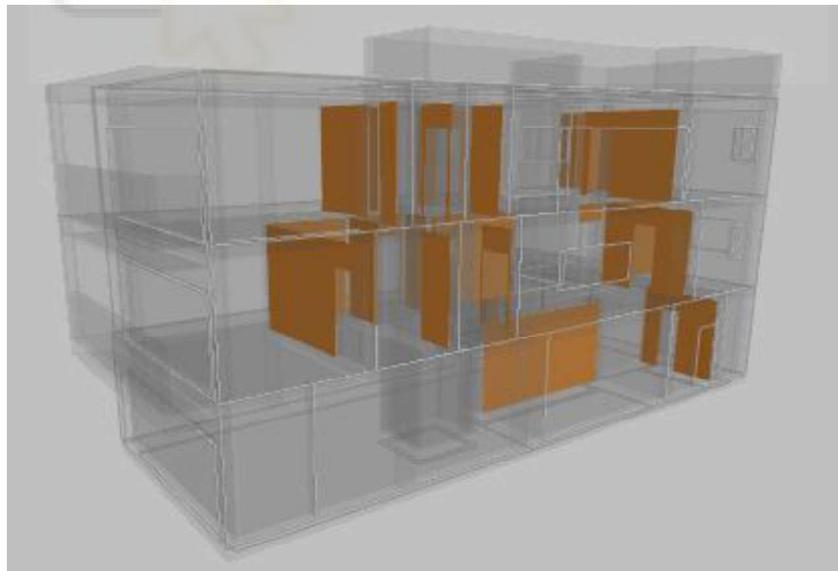
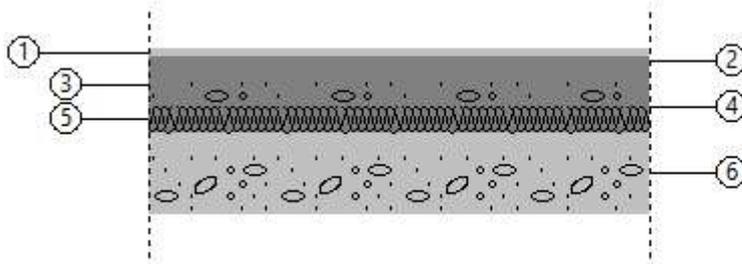


Ilustración 41: Situación de la Tabiquería en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

10.3.3. Soleras y Forjados

- Solera



Capas
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700: 1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450: 5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]: 0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero: 3.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500: 10.00 cm
Espesor total: 20.10 cm
Caracterización térmica
Resistencia térmica: 1.14 (m ² ·K)/W

Ilustración 42: Capas de la Solera Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

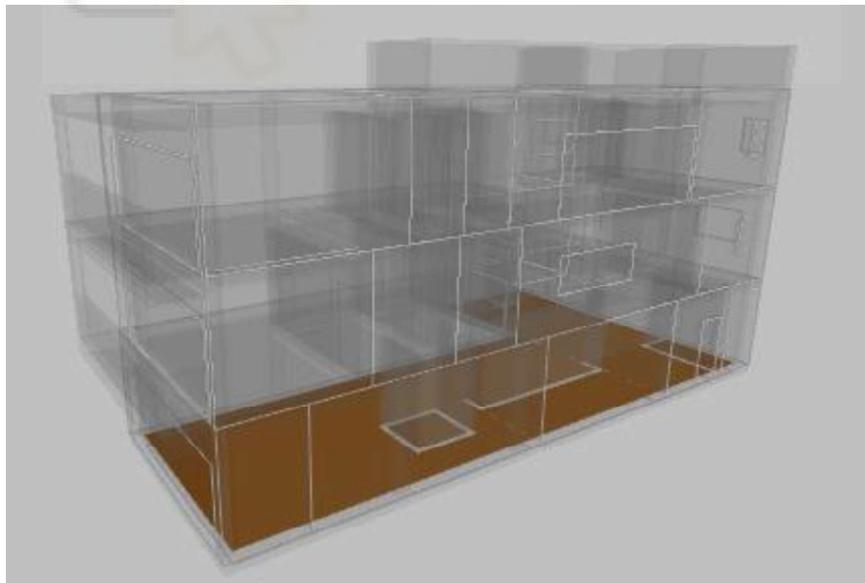
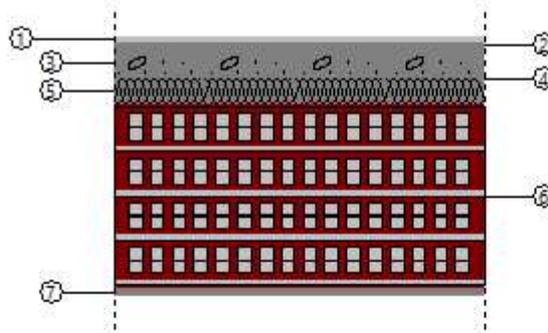


Ilustración 43: Situación de la Solera en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

- Forjado entre pisos



Capas
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700: 1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450: 5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]: 0.10 cm
5 - EPS-Grafirol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero: 4.00 cm
6 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm: 30.00 cm
7 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.50 cm
Espesor total: 42.60 cm
Caracterización térmica
Forjado superior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.46 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.50 W/(m ² ·K)
Forjado inferior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.50 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.46 W/(m ² ·K)
Forjado inferior expuesto a la intemperie
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.51 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.49 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 89488.12 J/m ² ·K

Ilustración 44: Capas de la Forjado entre pisos Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

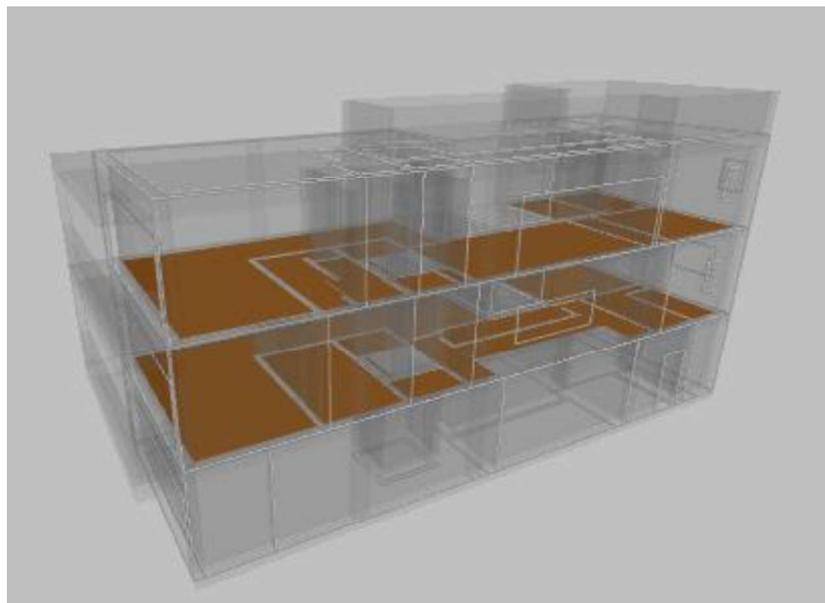
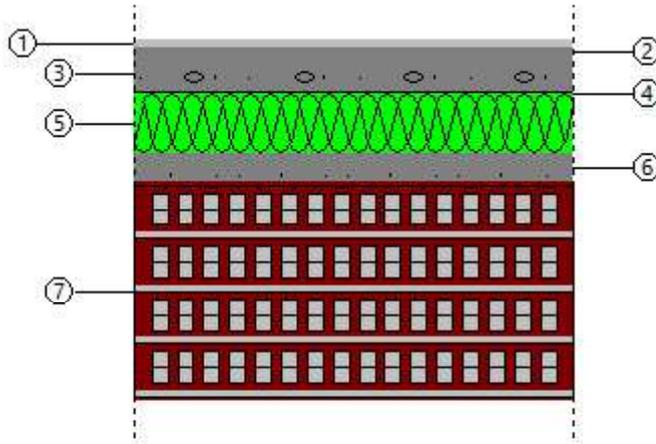


Ilustración 45: Situación del Forjado entre pisos en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

10.3.4. Cubiertas

- Azotea Planta Cubierta



Capas
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700: 1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 5.00 cm
4 - Betún fieltro o lámina: 0.40 cm
5 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero: 8.00 cm
6 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]: 4.00 cm
7 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm: 30.00 cm
Espesor total: 49.40 cm
Caracterización térmica
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.30 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.31 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 83920.19 J/m ² ·K

Ilustración 46: Capas de la Azotea de la Planta Cubierta Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

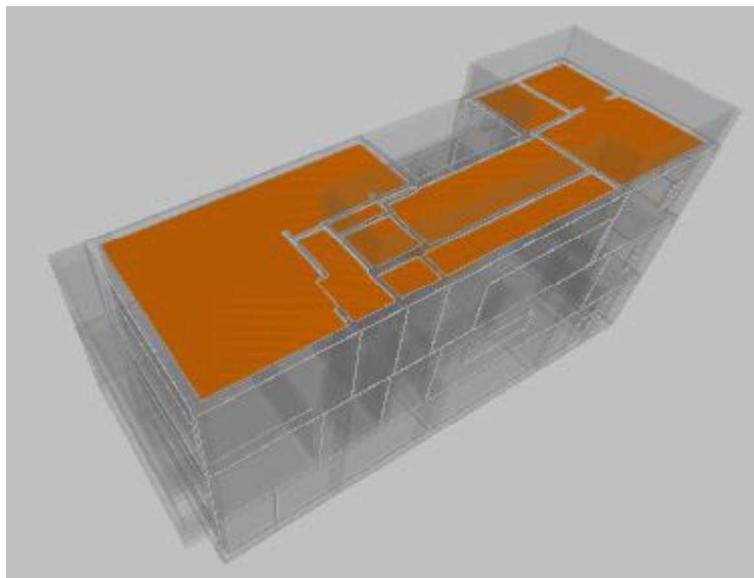
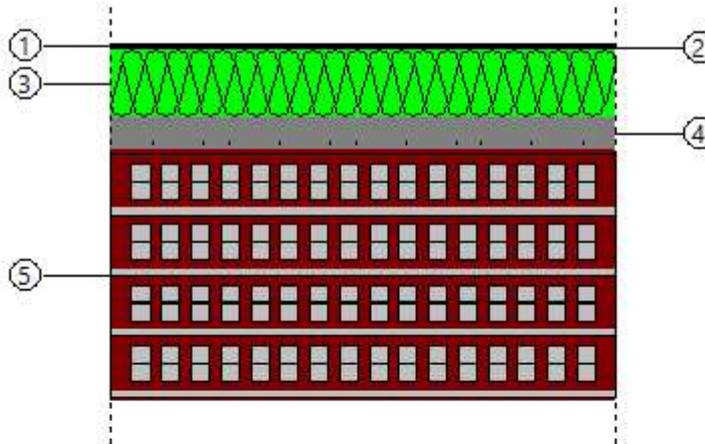


Ilustración 47: Situación de la Azotea de la Planta Cubierta en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

- **Cubiertas de extensión Planta Baja y Patio interior**



Capas
1 - Betún fieltro o lámina: 0.40 cm
2 - Betún fieltro o lámina: 0.30 cm
3 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero: 8.00 cm
4 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]: 4.00 cm
5 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm: 30.00 cm
Espesor total: 42.70 cm
Caracterización térmica
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.31 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.32 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 10548.26 J/m ² ·K

Ilustración 48: Capas de Cubiertas Extensión Planta Baja y Patio Interior Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

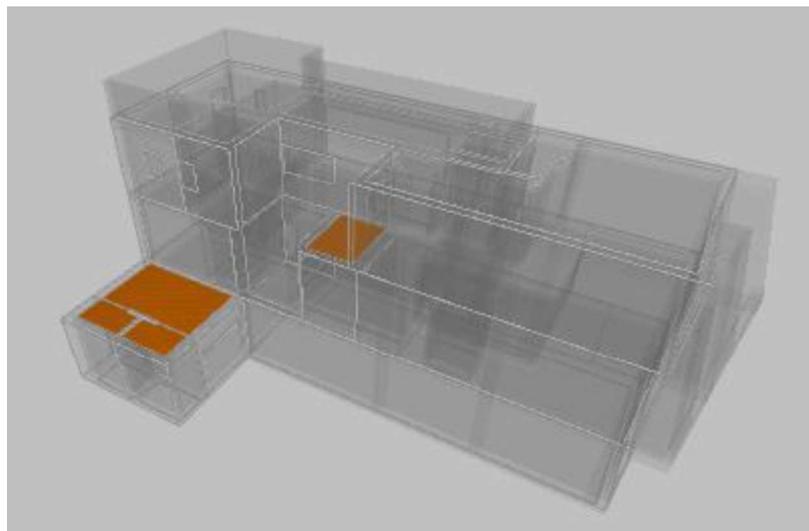


Ilustración 49: Situación de Cubiertas Extensión Planta Baja y Patio Interior en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

10.3.5. Puertas opacas

- **Puerta exterior**

En cuanto a las puertas exteriores opacas, solamente se dispone de una puerta exterior correspondiente a la puerta de la entrada principal.

El material escogido para esta puerta es la madera, material el cual tiene una conductividad de 0,13 W/mK. Teniendo en cuenta esto y las condiciones de espesor y color (claro) definidos, las características de la puerta principal son las siguientes:

Transmitancia térmica (U)	1.63	W/(m ² ·K)
Coefficiente de absorción	0.40	

Ilustración 50: Parámetros de la Puerta exterior opaca Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

En cuanto a sus dimensiones se trata de una puerta de 200x95 cm.

- **Puertas interiores**

Estas puertas no interfieren en la envolvente térmica por lo tanto no tienen influencia en el resultado, pero sí que se exige la introducción de sus parámetros para el cálculo del software de CYPETHERM HE Plus al haber sido introducidas dichas puertas en el archivo de la modelación de la vivienda en IFC Builder.

Por ello, para estas puertas interiores opacas se ha escogido al igual que en la exterior como material la madera (conductividad = 0,13 W/mK) y el color claro. Por otro lado, la condición del espesor difiere a la puerta exterior obteniendo así las siguientes características:

Transmitancia térmica (U)	2.60	W/(m ² ·K)
Coefficiente de absorción	0.40	

Ilustración 51: Parámetros de las Puertas Interiores opacas Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

En cuanto a las dimensiones de las puertas interiores, estas tienen una altura de 200 cm por una anchura cuyo rango de dimensiones comprende entre 70-115 cm.

10.3.6. Huecos acristalados

Otro elemento influyente para composición y el comportamiento de la envolvente térmica para obtener unas condiciones de confort adecuadas dentro de la vivienda es la determinación de los huecos acristalados.

En este edificio se han definido dos grupos principales de huecos acristalados, por un lado, las ventanas y por otro lado las cristaleras, las cuales estas últimas dan acceso a la parte externa de la vivienda.

- **Ventanas**

Todas las ventanas que se han definido en el edificio tienen las mismas características de fracción acristalada, de fracción opaca, elementos de sombra y altura, diferenciándose únicamente de las anchuras. Se tiene un rango de anchuras de 70-275 cm, estas medidas se han obtenido midiendo las longitudes de las mismas desde el plano.

Permeabilidad al aire	27 m ³ /(h×m ²)
Altura	1 m
FRACCIÓN ACRISTALADA	
Marca Vidrio	Saint Gobain
Tipo	Doble acristalamiento Baja emisividad 4/Aire 10/4
Transmitancia térmica	1,80 W/(m ² ×K)
Factor Solar	0,62
FRACCIÓN OPACA (CARPINTERIA)	
Marca Marco de ventana	Rehau Synego
Tipo	PVC Con rotura de puente térmico
Transmitancia térmica	0,94 W/(m ² ×K)
Fracción opaca del hueco	20%
Absortividad	0,40

Tabla 4: Características Ventanas Zona climática B

Además, a las ventanas del edificio se les ha añadido unos elementos de sombra mejorando así la envolvente térmica.

<input checked="" type="checkbox"/> Voladizo (proyección horizontal):	
Profundidad de la proyección del voladizo (PH)	<input type="text" value="0.300"/> m
Distancia al borde superior del hueco (RH)	<input type="text" value="0.050"/> m
Ángulo	<input type="text" value="0.0"/> grados
<input checked="" type="checkbox"/> Lateral izquierdo (proyección vertical)	
Profundidad de la proyección del lateral (PV)	<input type="text" value="0.300"/> m
Distancia al borde lateral del hueco (RW)	<input type="text" value="0.050"/> m
<input checked="" type="checkbox"/> Lateral derecho (proyección vertical)	
Profundidad de la proyección del lateral (PV)	<input type="text" value="0.300"/> m
Distancia al borde lateral del hueco (RW)	<input type="text" value="0.050"/> m

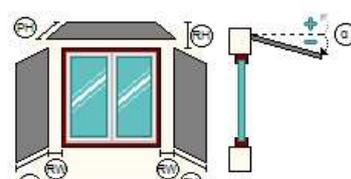


Ilustración 52: Elementos de sombra en Ventanas Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

• Puertas Acristaladas

Se trata de Puertas mayormente acristaladas que dan acceso ya sea a balcones de la vivienda o al patio trasero exterior, por tanto, tiene una influencia en el comportamiento de la envolvente térmica.

Estas cristaleras están repartidas en las tres plantas que constituyen el edificio (Planta Baja, Planta Primera y Planta Segunda), las cuales todas tienen las mismas características de fracción acristalada, de fracción opaca, elementos de sombra y altura, diferenciándose únicamente de las anchuras. El rango de anchuras de estas puertas acristaladas está comprendido de 220-565 cm, al igual que las ventanas son longitudes medidas sobre el plano.

Permeabilidad al aire	27 m ³ /(h×m ²)
Altura	2 m
FRACCIÓN ACRISTALADA	
Marca Vidrio	Saint Gobain
Tipo	Doble acristalamiento Baja emisividad 4/Aire 10/4
Transmitancia térmica	1,80 W/(m ² ×K)
Factor Solar	0,62
FRACCIÓN OPACA (CARPINTERIA)	
Marca Marco de ventana	Rehau Synego
Tipo	PVC Con rotura de puente térmico
Transmitancia térmica	1,13 W/(m ² ×K)
Fracción opaca del hueco	20%
Absortividad	0,40

Tabla 5: Características Puertas Acristaladas Zona climática B

Para este caso los elementos de sombra de las puertas cristaleras de la vivienda simula ya sea el voladizo correspondiente a los balcones de las plantas primera y segunda o a la salida al patio exterior de la planta baja las cuales tienen unos voladizos de similares dimensiones como elemento de sombra.

<input checked="" type="checkbox"/> Voladizo (proyección horizontal)	
Profundidad de la proyección del voladizo (PH)	1.500 m
Distancia al borde superior del hueco (RH)	0.050 m
Ángulo	0.0 grados
<input checked="" type="checkbox"/> Lateral izquierdo (proyección vertical)	
Profundidad de la proyección del lateral (PV)	0.300 m
Distancia al borde lateral del hueco (RW)	0.050 m
<input checked="" type="checkbox"/> Lateral derecho (proyección vertical)	
Profundidad de la proyección del lateral (PV)	0.300 m
Distancia al borde lateral del hueco (RW)	0.050 m

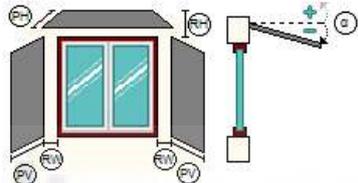


Ilustración 53: Elementos de sombra en Puertas Acristaladas Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

10.3.7. Puentes Térmicos

Este es un proceso que calcula automáticamente el programa en función del modelo 3D construido y de los materiales introducidos.

Debemos realizar una serie de configuraciones previas especificando que se realice en función a los valores aproximados, según las diferentes soluciones constructivas, que propone el CTE DA-DB-HE/3.

Una vez configurado esto, el programa interpreta todos los puentes térmicos existentes y los resuelve, proporcionando una descripción y un valor de los mismos.

Aristas	548
Útiles	161
Borradas	-
Recuperadas	-
Modificados	-
Puentes térmicos de pilar considerados	35

Ilustración 54: Elementos encontrados para el cálculo Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

10.4. VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA

Para comprobar que los elementos constructivos seleccionados para la vivienda a estudiar, CYPETHERM HE Plus puede calcular el cumplimiento de normativa establecido por el CTE.

Dentro del programa en la pestaña de “Verificación de normativa” existe una opción de calcular y generar diferentes informes. Para este apartado nos vamos a centrar en el cumplimiento del CTE DB HE1 obteniendo los siguientes resultados.

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite de transmitancia térmica descrito en la tabla 3.1.1.a del DB HE1. ✓

Demanda energética anual por superficie útil

Según el apartado 3.1.1.6 de CTE DB HE 1, alternativamente, los edificios o, cuando se trate de intervenciones parciales en edificios existentes, las partes de los mismos sobre las que se intervenga, cuyas demandas de calefacción y refrigeración sean menores, en ambos casos, de 15 kWh/m², podrán excluirse del cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

$D_{cal,edificio} = 9.87 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{cal,lim} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ ✓

donde:

$D_{cal,edificio}$: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.
 $D_{cal,lim}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

$D_{ref,edificio} = 13.32 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{ref,lim} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ ✓

donde:

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

Coficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)

$K = 0.73 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \leq K_{lim} = 0.60 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

donde:

K : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).
 K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

Ilustración 55: Informe HE1: Demanda energética anual por superficie Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

1.1.2. Control solar de la envolvente térmica

$$q_{\text{sol,tel}} = 0.65 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{\text{sol,tel,lim}} = 2.00 \text{ kWh/m}^2$$



donde:

$q_{\text{sol,tel}}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

$q_{\text{sol,tel,lim}}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

$$n_{50} = 5.251 \text{ h}^{-1} \leq n_{50,\text{lim}} = 6.000 \text{ h}^{-1}$$



donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

$n_{50,\text{lim}}$: Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

1.2. Limitación de descompensaciones

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1.



1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

Limitación de condensaciones: en la envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales que puedan producir una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.



Ilustración 56: Informe HE1: Control solar, Permeabilidad y Limitaciones Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

En el ANEXO II se dispondrá del informe completo de los resultados de la verificación de la normativa del CTE DB HE1 generado por el programa.

10.5. DEMANDA ENERGÉTICA. CYPETHERM HE PLUS

Como se ha comentado anteriormente, Cypetherm HE Plus realiza los cálculos sobre la vivienda y las instalaciones que se han realizado en ella para verificar el cumplimiento de la normativa del CTE DB HE realizando varios informes, para este apartado se va a hacer uso del informe de la demanda energética que requiere este edificio para conseguir las condiciones de confort.

Para ello nos muestra la demanda energética a efectos de Energía y Potencia mensual de calefacción y refrigeración.

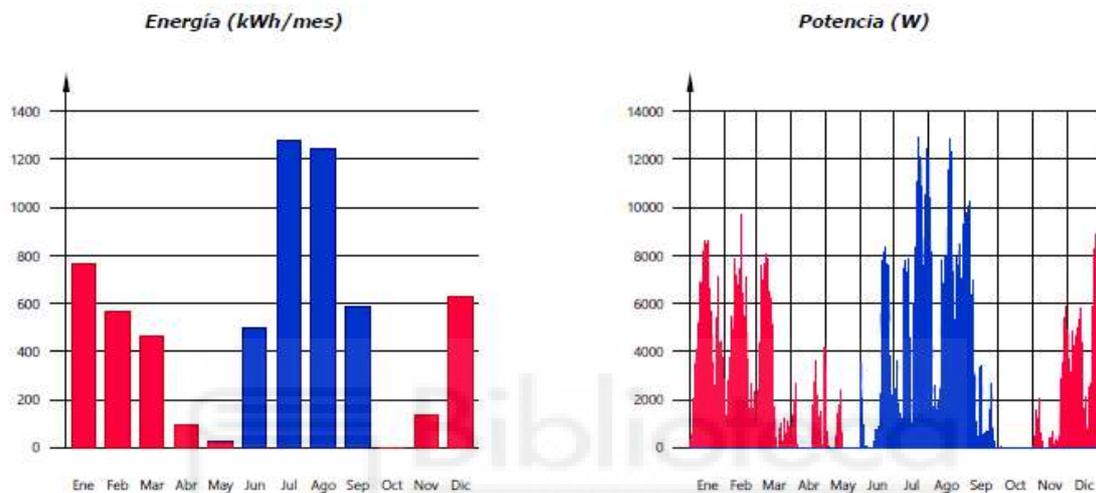


Ilustración 57: Gráficas Demanda de Energía y Potencia de la vivienda Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

Se observa que, para las condiciones relativas de la zona y la vivienda, la demanda de energía de calefacción se prolonga durante una mayor parte del año, pero los niveles de la demanda de energía en refrigeración son bastante mayores durante los meses de julio y agosto necesitando una mayor capacidad de potencia frigorífica por parte de la instalación de climatización. Esto es debido a que la temperatura exterior es mayormente menor a la temperatura de confort a lo largo del año (de enero a mayo y de octubre a diciembre) pero con una menor diferencia respecto a la diferencia de temperatura exterior con la temperatura de confort que se da entre junio y septiembre, habiendo temperaturas exteriores mucho mayores a la de confort.

Si se quiere realizar un análisis más profundo, se puede recurrir a la gráfica general del documento donde se desglosa el balance energético del edificio. Separando las pérdidas y ganancias de energía.

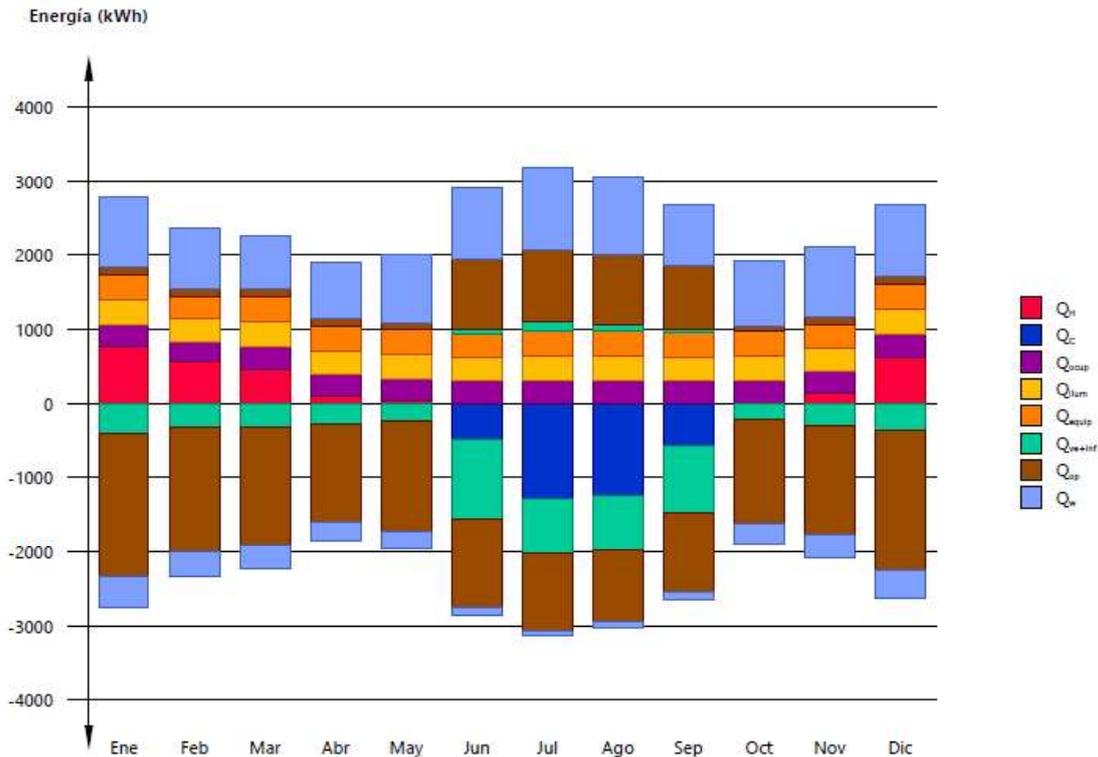


Ilustración 58: Balance energético de la vivienda Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	Año (kWh/m ² -año)
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	109.0	107.0	113.9	111.4	87.0	952.4	954.0	941.5	861.2	74.6	96.8	99.8	-12577.27	-46.46
Q_w	-1945.9	-1677.6	-1599.7	-1316.9	-1508.6	-1184.2	-1045.5	-961.4	-1070.6	-1410.4	-1471.5	-1893.5	7968.48	29.44
Q_{ve+inf}	0.2	0.9	2.9	2.5	9.3	46.9	133.9	103.5	47.1	5.4	1.3	0.3	-5497.26	-20.31
Q_{equip}	-398.0	-329.6	-315.0	-282.1	-228.7	-1067.2	-739.8	-731.8	-882.5	-218.2	-294.4	-364.3		
Q_{lum}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{ocup}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{ocup}	299.4	274.9	305.2	297.0	299.4	297.0	305.2	299.4	302.9	299.4	291.2	311.0	3582.00	13.23
Q_H	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.74	9.87
Q_c	--	--	--	--	-0.2	-496.7	-1278.5	-1245.3	-585.2	--	--	--	-3605.80	-13.32
Q_{HC}	767.5	563.1	463.2	93.2	27.6	496.7	1278.5	1245.3	585.2	0.0	132.6	625.6	6278.54	23.19

donde:

- Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²-año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²-año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²-año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²-año.
- Q_{lum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²-año.
- Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²-año.
- Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²-año.
- Q_c : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²-año.
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²-año.

Ilustración 59: Resumen numérico del balance energético Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

De esta manera se puede apreciar de manera rápida como la energía necesaria de calefacción o refrigeración compensa las pérdidas o ganancias producidas en la zona climatizada de la vivienda.

Además, en este informe se puede ver una tabla resumen de la demanda energética de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m^2)	(kWh/año)	(kWh/ m^2 ·año)	(kWh/año)	(kWh/ m^2 ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Zona 4 - P2	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Zona 5 - P2	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/ m^2 ·año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/ m^2 ·año.

Ilustración 60: Resumen Demanda energética Calefacción y Refrigeración Zona climática B. CYPETHERM HE Plus

Además, en el ANEXO II también se dispondrá del informe completo de la Demanda Energética generado por el programa.



11. MODELO BASE

En este apartado se procede a la descripción de la instalación HVAC (Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado) y Agua Caliente Sanitaria que se ha seleccionado y dimensionado. Esta primera propuesta va a servir como modelo base a mejoras o como primera opción de instalación siendo válida para la vivienda ya que cumple con la normativa establecida por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Este modelo base de la instalación HVAC se ha implantado de la siguiente manera:

- Instalación de Aire Acondicionado, mediante un equipo compacto por cada zona determinada.
- Instalación de Ventilación y calidad del aire del edificio, se realiza a través de un recuperador de calor.
- Instalación de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS), se realiza mediante un equipo de Aerotermia el cuál abastece tanto al circuito de la instalación de calefacción por suelo radiante como la acumulación de agua para el Agua Caliente Sanitaria necesaria en la vivienda.

Con esto se verá la calificación energética a través del software para poder realizar el estudio energético con las mejoras que se van a ir introduciendo.

11.1. INSTALACIÓN HVAC. CYPETHERM HE PLUS

11.1.1. Instalación de climatización

Al tener ya definido tanto la envolvente como los diferentes recintos que componen la vivienda, dado que se trata de una vivienda de tres plantas y al decidir que la instalación de climatización sea un equipo compacto específico para cada zona, se ha de determinar las distintas zonas climáticas que habrán dentro de la vivienda y que se han introducido en CYPETHERM HE Plus para realizar los cálculos. Para ello se ha escogido los siguientes recintos:

ZONA	PLANTA	RECINTOS
Zona 1	Planta Baja	Sala de estar
		Comedor
		Escalera
		Vestíbulo
		Aseo 1
		Galería 1
Zona 2	Planta 1	Dormitorio 1
		Vestidor 1
		Baño 1
		Aseo 2
Zona 3	Planta 1	Gimnasio

		Galería 2
Zona 4	Planta 2	Dormitorio 2
		Baño 2
		Aseo 3
Zona 5	Planta 2	Dormitorio 3
		Baño 3
Zona 0 (No acondicionada)	Planta Baja	Ascensor 1
	Planta 1	Pasillo 1
		Ascensor 2
	Planta 2	Pasillo 2
		Ascensor 3
Zona 0 (No habitable)	Planta Baja	Armario 1
	Planta 1	Armario 2

Tabla 6: Zonas climáticas de la vivienda

Los recintos de la Zona 0 corresponde a los recintos que no están ni refrigerados ni calefactados por lo que no hay ni instalación de climatización ni instalación de calefacción. Además, esta zona se divide en dos partes ya que unos recintos de la misma se consideran habitables y por tanto sin comprender de ventilación (Zona 0, No acondicionada) y otros recintos se consideran no habitables dado al poco uso de los mismos y ausencia de instalaciones (Zona 0, No habitable).

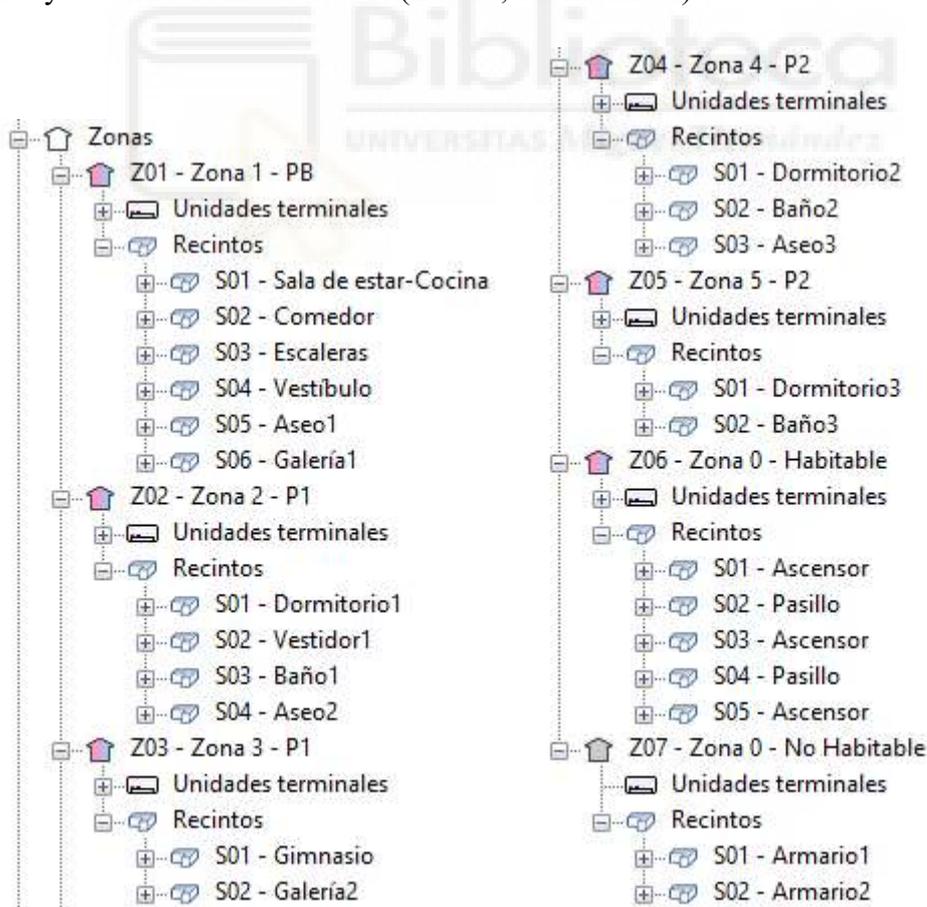


Ilustración 61: Introducción de Zonas. CYPETHERM HE Plus

A continuación, se procede a la selección de los equipos de climatización que acondicionará las distintas zonas que se ha especificado. En esta primera instalación, como se ha comentado previamente, se implantarán equipos compactos de aire acondicionado (PTAC) para cada zona climática.

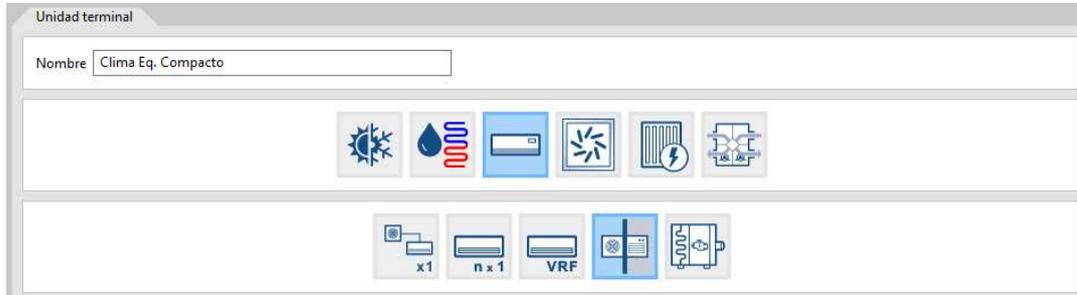


Ilustración 62: Selección de Instalación de Climatización Equipo Compacto. CYPETHERM HE Plus

En la imagen se muestra el tipo de equipos seleccionados (iconos con fondo sombreado de azul oscuro). Primero se selecciona que pertenece a una unidad terminal de expansión directa y posteriormente, seleccionamos la opción de equipo compacto.

Esta configuración de unidad terminal permite ajustar y definir el tipo de sistema deseado tanto para la instalación de climatización, de calefacción y de ventilación, donde te permite introducir los datos técnicos disponibles en la ficha técnica pudiendo seleccionar desde el mismo programa tanto la marca como el equipo.

Para este caso no es necesario esta selección, ya que los equipos empleados consisten en equipos compactos donde el software realiza los cálculos ajustándose a las características de la vivienda y de la zona climática en cuestión. Por tanto, los valores o datos técnicos no se introducen y se dejarán con el valor por defecto que viene determinado en el programa. Este valor es una estimación válida y siempre por el lado de la seguridad. Además, la unidad exterior no es necesario definirla, ya que el programa con esta configuración tiene en cuenta una unidad exterior con la potencia necesaria hasta alcanzar la demanda de la vivienda.

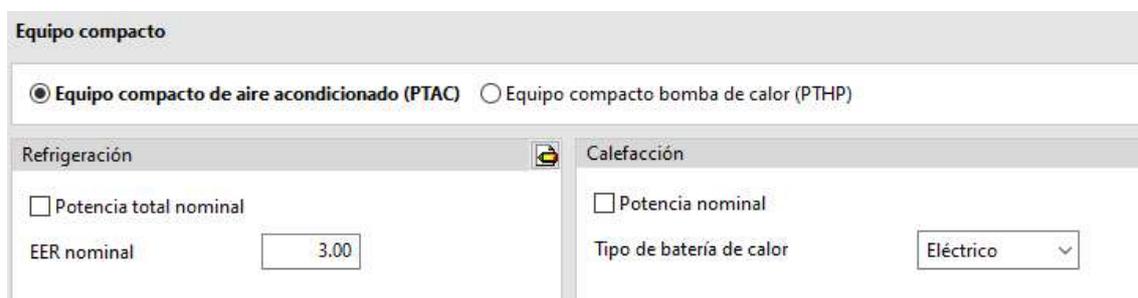


Ilustración 63: Selección de Equipo compacto – Modelo Base. CYPETHERM HE Plus

11.1.2. Instalación de ventilación

Como se ha comentado anteriormente, la instalación de ventilación se va a realizar mediante la instalación de un recuperador de calor.

Los recuperadores de calor son sistemas de ventilación que cumplen una triple función: renovar el aire interior de un espacio, climatizarlo y ahorrar energía en el proceso. De esta forma, se consigue recuperar un porcentaje muy elevado de la energía usada para la climatización del aire del local que de lo contrario no se aprovecharía.

Para su selección es necesario saber el caudal de ventilación total para cubrir y cumplir con las condiciones de salubridad, para ello, se hace uso de la normativa establecida por el DB HS3 del CTE.

Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

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

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Ilustración 64: Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación. CTE DB HS3

Obteniendo los siguientes resultados:

CAUDAL MÍNIMO DE VENTILACIÓN			
Tipo de vivienda		3 o más dormitorios	
Caudal Impulsión (Locales secos)		Caudal Extracción (Locales húmedos)	
Recinto	Caudal mín. (l/s)	Recinto	Caudal mín. (l/s)
Dormitorio 1	8	Aseo 1	8
Dormitorio 2	4	Aseo 2	8
Dormitorio 3	4	Aseo 3	8
Sala de estar	10	Baño 1	8
Comedor	10	Baño 2	8
Gimnasio	10	Gimnasio	8
		Galería 1	8
		Galería 2	8
		Cocina	8
Total	46	Total	72
Caudal de ventilación = máx (imp,ext)		72	

Tabla 7: Caudal Mínimo de ventilación calculado para la vivienda a estudiar

Por tanto, el **caudal mínimo de ventilación** para cumplir con las condiciones de salubridad indicadas por el CTE DB HS para esta vivienda es de 72 l/s que es igual a **259,2 m³/h**.

A continuación, se procede a la introducción de datos en CYPETHERM HE Plus para el cálculo de resultados que se obtienen al instalar el recuperador de calor como solución para la instalación de ventilación en el edificio a estudiar.

Para ello, debido al funcionamiento del software es necesario introducir los caudales de ventilación que corresponde a cada local seco de la vivienda. Dado que el mayor caudal de ventilación necesario es el caudal calculado de extracción (locales húmedos) es necesario realizar un equilibrado en el caudal de impulsión a proporción de cada recinto seco para que el caudal total sea de 259,2 m³/h. Quedando los caudales de impulsión de la siguiente manera:

CAUDAL DE IMPULSIÓN EQUILIBRADO	
Recinto	Caudal (l/s)
Dormitorio 1	12,50
Dormitorio 2	6,30
Dormitorio 3	6,30
Sala de estar	15,70
Comedor	15,70
Gimnasio	15,70
Total	72,00

Tabla 8: Equilibrado del caudal de impulsión de ventilación

Sabida la capacidad que necesita el sistema de ventilación seleccionamos un recuperador de calor que se adapte a estas condiciones.



Ilustración 65: Recuperador de calor marca Sodeca modelo REB-25

RECUPERADOR DE CALOR SELECCIONADO	
Marca	Sodeca
Modelo	REB-25
Filtros estándar aportación/extracción	G4
Tipo de recuperación de calor	Entálpico
By-pass con el exterior	Si
Caudal Máximo	300 m ³ /h
Potencia Total	70 W
Intensidad máxima admisible	220-240 V
Eficiencia recuperación	81 %
Nivel sonoro irradiado a 5 m	35 %
Peso	31 kg

Tabla 9: Recuperador de calor seleccionado

Para la configuración de esta instalación en CYPETHERM HE Plus, tras la introducción de los caudales correspondientes a cada recinto indicado en la *Tabla 7*, al tratarse de un sistema centralizado es necesario añadirlo como sistema de climatización (*Ilustración 60 e Ilustración 61*) en el programa, así como añadir las rejillas de impulsión en las unidades terminales (*Ilustración 62*) correspondiente a cada zona climática.

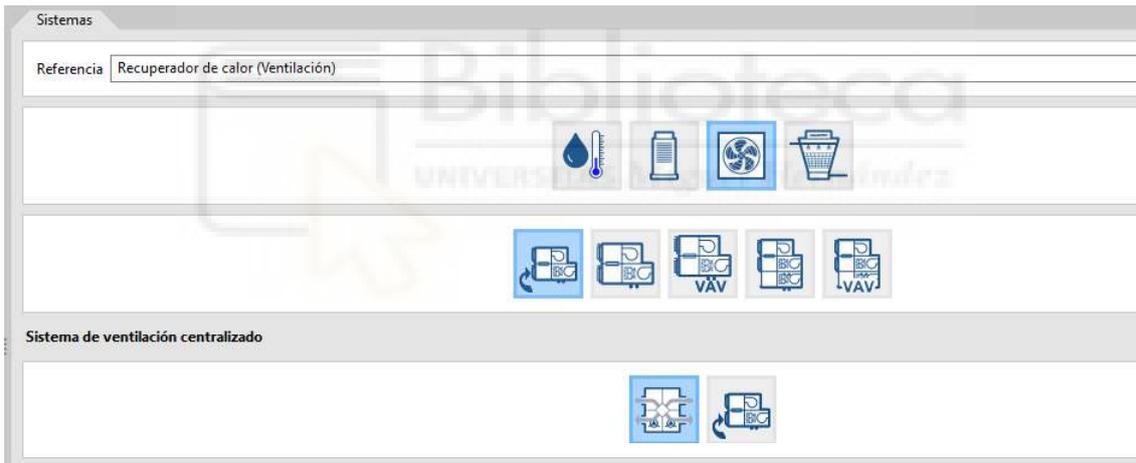


Ilustración 66: Introducción de Recuperador de Calor como Sistema centralizado. CYPETHERM HE Plus

Recuperador de calor

Intercambiador de calor

Eficiencia sensible %

Eficiencia latente

Bypass de aire exterior

Temperatura mínima °C

Temperatura máxima °C

Ilustración 67: Características del Recuperador de calor. CYPETHERM HE Plus



Ilustración 68: Ejemplo de introducción de Rejilla de impulsión de ventilación en la Zona 1. CYPETHERM HE Plus

11.1.3. Instalación de calefacción y ACS

Además de la instalación de climatización (aire acondicionado) y la instalación de ventilación mediante un recuperador de calor para conseguir las condiciones de confort requeridas en el interior de la vivienda, se ha decidido implantar una instalación de calefacción con suelo radiante en cada una de las zonas climáticas en las que actúan los equipos de las otras instalaciones comentados anteriormente consiguiendo de forma más eficaz el confort demandado por el usuario.



Ilustración 69: Introducción de Unidad terminal de Suelo Radiante en cada Zona. CYPETHERM HE Plus

El suelo radiante irá instalado en cada una de las zonas mencionadas alimentado mediante la instalación de un equipo de aerotermia mediante un depósito de inercia y un colector que distribuye los circuitos por toda la vivienda. Además, dicho sistema dispone de un depósito de acumulación que abastecerá la instalación de ACS demandada en la vivienda. Por lo tanto, este equipo de aerotermia cubrirá tanto la instalación de calefacción como la instalación de ACS.

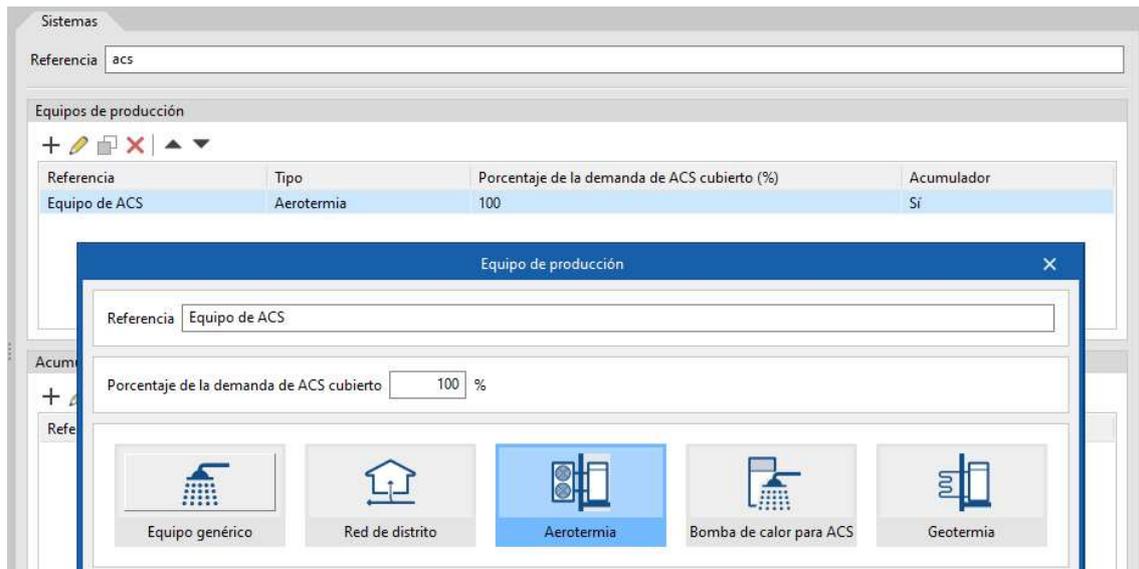


Ilustración 70: Introducción del Sistema de Aeroterminia como Sistema de ACS. CYPETHERM HE Plus

Los sistemas de aeroterminia son bombas de calor que extraen la energía ambiental contenida en el aire mediante un ciclo termodinámico ya sea para aportar calefacción en invierno, refrigeración en verano o agua caliente. Por lo que una aeroterminia puede proporcionar tanto sistema de climatización (por ejemplo, fancoils), sistema de calefacción (radiadores o suelo radiante) y ACS. Además, es capaz de proporcionar unos rendimientos bastante elevados para la zona en la que se encuentra ubicada la vivienda. Esto hace que sea la opción más interesante, además porque a partir de un COP de 2,5 en aeroterminia se considera energía limpia y renovable.

En el caso del suelo radiante el calor se genera en el suelo de la estancia, el cual, dada la diferencia de densidades en el aire tiende a ascender, generando una mejor sensación de confort térmico. Por el contrario, la función de refrigeración mediante este sistema no es la más recomendada, sobre todo en esta zona, ya que debido a la humedad del ambiente se generan condensaciones en el propio suelo que pueden llegar a encharcar la estancia. Sería necesario instalar una deshumectadora para intentar solventar este problema. Por contra, este sistema no es del todo ágil, necesita de cierto tiempo de preparación para entrar en temperatura y poder abastecer la demanda de la vivienda.

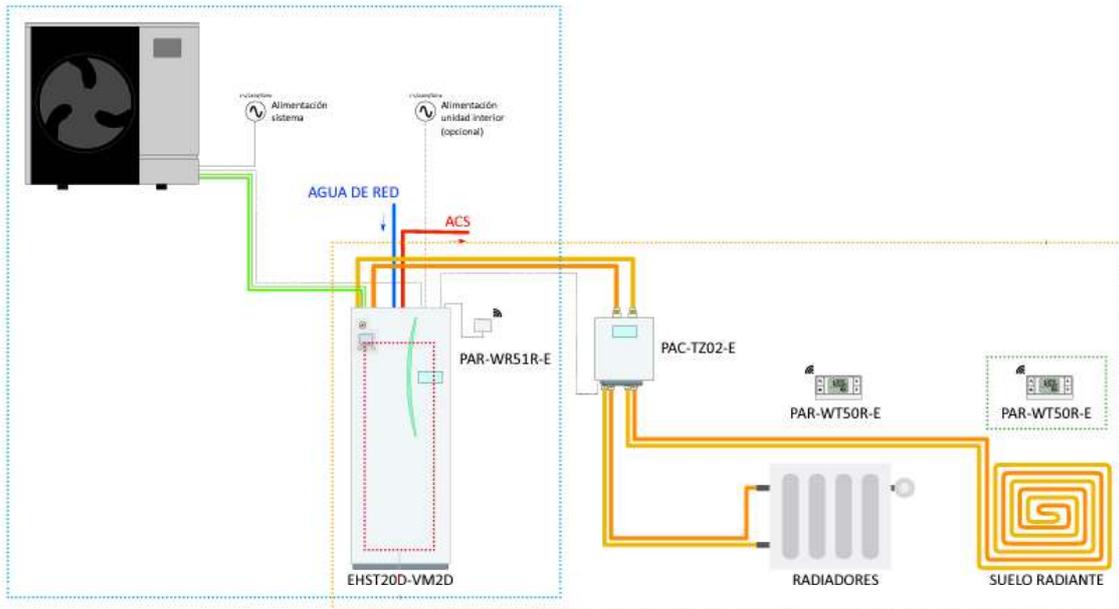


Ilustración 71: Esquema del sistema de Aeroterminia seleccionado

El equipo seleccionado en este caso de aeroterminia es el modelo PUD-SHWM140VAA de la gama Zubadan como unidad exterior de la marca Mitsubishi y el modelo EHST20D-VM2D como unidad interior. Esta unidad interior tiene una capacidad de acumulación para ACS de 200 l, cumpliendo así con la demanda de referencia establecida por el CTE DB HE en el Anejo F cuya demanda mínima es de 112 l/día ya que se trata de una vivienda de 3 dormitorios.

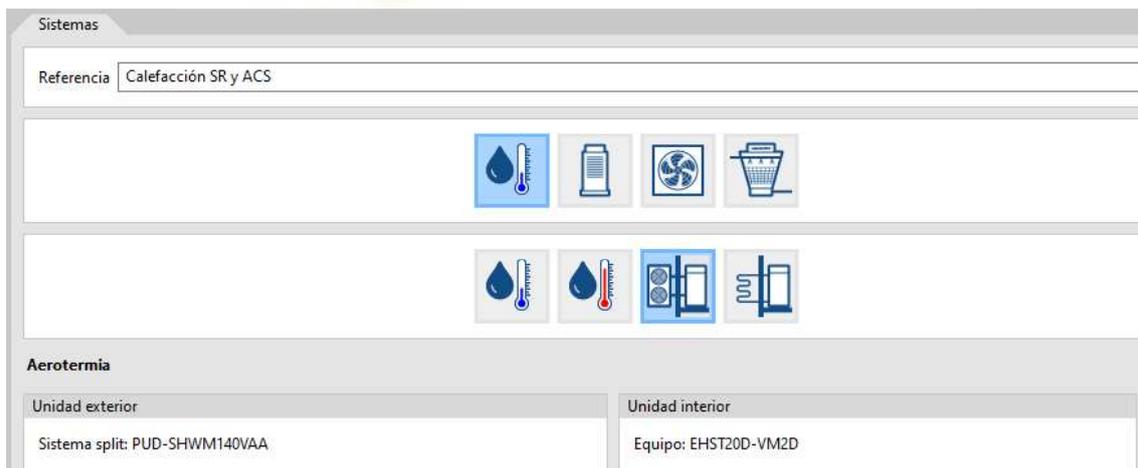


Ilustración 72: Introducción del Sistema de Aeroterminia como Sistema de climatización. CYPETHERM HE Plus



MODELO	MONOFÁSICAS	PUD-SHWM140VAA (-BS)
	TRIFÁSICAS	PUD-SHWM140VAA (-BS)
TECNOLOGÍA		ZUBADAN
Calefacción	A2W35 (min - nom - max)	kW 3,5 - 14,0 - 14,6 COP 3,05
	Clase energética	W35 / W55 A+++ / A++
	SCOP clima cálido	W35 / W55 5,68 / 3,95
	SCOP clima medio	W35 / W55 4,55 / 3,43
	A7W35	kW / COP 12,0 / 4,70
	A-7W35	kW / COP 14,0 / 2,70
SCOPdhw*	Clima cálido / Clima medio	3,78 / 3,41
Rango de funcionamiento	Calor	°C -28 — +24
	ACS	°C -28 — +35
Salida de agua	máx calor	°C +60
Dimensiones	Al. x An. X Fo.	mm 1020 x 1050 x 480
	Peso neto	kg 110 (122)
Ventilador	Caudal de aire	m³/min 50
Nivel sonoro	SPL (Calor)	dB 48
	PWL (Calor)	dB 62
Tuberías frigoríficas	Ø Líquido / Gas	mm 6,35 (¼") / 12,7 (½")
	L. máx / Altura máx.	m 25 / 25
Gas refrigerante R32 (GWP 675)	Precarga (kg / m / t CO ₂ Eq.)	1,7 / 15 / 1,15
	Carga máx (kg / m / t CO ₂ Eq.)	1,83 / 25 / 1,24
Datos eléctricos	Corriente máxima	A 35 (12)
Circuito primario	Caudal de agua	L/min 14,3 — 34,4
	Vol. mín. adicional***	L 15

Ilustración 73: Características técnicas Unidad Exterior de Aerotermin. PUD-SHWM140VAA

MODELO	EHST20D-VM2D	
Volumen acumulador ACS	L 200	
Exteriores compatibles	PUD-SHWM60/80 *	
	PUD-SHWM100/120/140 *	
Modos de trabajo	Calor / ACS	
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)	mm 1600 x 595 x 680	
Peso vacío/lleño	kg 104 / 310	
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)	1~ / 2kW	
Nivel sonoro	db(A) 41	
ACS: Clase energética / Perfil	A+ / L	
Tuberías	Impuls. y ret. primario	mm Ø28 compresión
	ACS (llenado y vaciado)	mm Ø22 compresión
	Drenaje de condensados	mm --
	Ø Líquido / Gas	mm 6,35 (¼") / 12,7 (½")



Ilustración 74: Características técnicas Unidad Interior de Aerotermin. EHST20D-VM2D

Por tanto, el esquema tanto de las unidades terminales como los sistemas que constituyen la instalación HVAC quedaría de la siguiente forma:



Ilustración 75: Modelo Base - Unidades Terminales de la instalación HVAC completa. CYPETHERM HE Plus

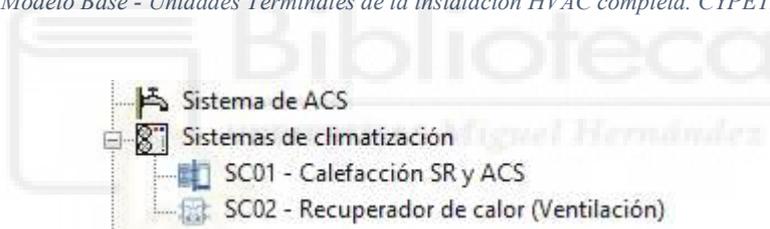


Ilustración 76: Modelo Base - Sistemas centralizados de la instalación HVAC completa. CYPETHERM HE Plus

11.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. CYPETHERM HE PLUS

Tras el análisis de la demanda energética se procede a evaluar la vivienda, con las características del modelo base, a través del informe que obtenemos de Cypetherm HE Plus a partir de la calificación energética y su etiquetado.

- Etiquetado de emisiones

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
3.91	0.72		
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
2.75	-		

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	7.84	2122.73
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.62	167.93

Ilustración 77: Modelo Base - Indicador global de emisiones. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado consumo de energía primaria no renovable

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
22.33	4.25		
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
16.21	-		

Ilustración 78: Modelo Base - Indicador de consumo de energía no renovable. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado de la demanda energética de calefacción y refrigeración

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

Ilustración 79: Modelo Base - Indicador de calefacción y refrigeración. CYPETHERM HE Plus

Se puede ver que la calificación de la demanda de calefacción es un poco peor a la de refrigeración ya que se necesita una mayor energía para conseguir las condiciones de confort establecidas, aun así, ambas calificaciones son buenas. Por otro lado, a pesar de que de calefacción son más desfavorables, no quiere decir que sea más relevante y notoria que la época de calor debido a la zona en la que se encuentra la vivienda en este caso (Zona B).

En el ANEXO I se dispondrá del informe completo de los resultados de la Calificación Energética generado por el programa.

Además, en el ANEXO II se podrá ver los informes completos respecto a los resultados correspondiente a la normativa del CTE DB HE0 y HE4.

11.3. RESULTADOS MODELO BASE. CYPETHERM IMPROVEMENTS PLUS

Dado que el objetivo del proyecto es realizar diferentes mejoras energéticas, para observar y realizar un análisis de las mismas. Para ello sería necesario realizar diferentes versiones de un mismo documento, esto dificulta su posterior comparación. La solución es el programa CYPETHERM Improvements Plus, el cual permite almacenar los datos de todas estas versiones o mejoras y compararlas energéticamente. Este programa también permite realizar la comparación económica entre estas mejoras, pero no es el objeto del trabajo.

CYPETHERM Improvements Plus elabora un informe de balance energético y un análisis de las mejoras.



The screenshot shows the data entry interface of the CYPETHERM Improvements Plus software. It consists of three main sections:

- Tipo de edificio:** A section with two buttons: "Situación inicial" (represented by a red-to-yellow gradient arrow pointing up) and "Medida de mejora" (represented by a green-to-yellow gradient arrow pointing up).
- Nombre:** A text input field containing the text "Simulación energética (España)_ZonaB_Inicial".
- Situación inicial:** A section with a "Referencia" label and a text input field containing the text "Modelo Base. Instalación PTAC + Aerotermia (SR y Calef.) + REC".

Ilustración 80: Modelo Base - Introducción de datos. CYPETHERM Improvements Plus

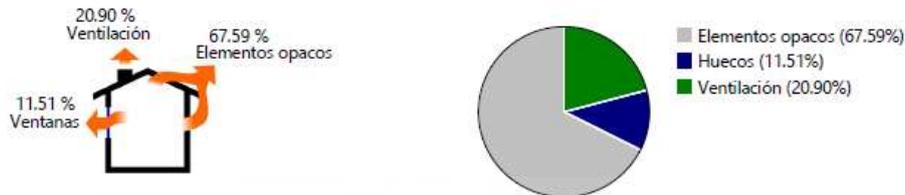
El Modelo base de la instalación será la situación inicial del estudio energético por lo tanto solamente se obtendrá el balance energético. Dando los siguientes datos:

- Balance energético**

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	22.33
Refrigeración	16.21
ACS	4.25
Ventilación	6.44

Ilustración 81: Modelo Base - Balance energético. CYPETHERM Improvements Plus

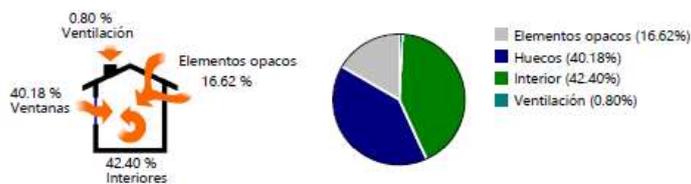
- Indicadores de calefacción**



Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.59
Huecos	11.51
Ventilación	20.90

Ilustración 82: Modelo Base - Indicadores de calefacción. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de refrigeración**



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	16.62
Huecos	40.18
Interior	42.40
Ventilación	0.80

Ilustración 83: Modelo Base - Indicadores de refrigeración. CYPETHERM Improvements Plus

En el ANEXO III se mostrarán los informes completos tanto del Balance energético como del Análisis de los resultados de las mejoras que se han ido implementando en la instalación generados por el programa.

12. MEJORA 1. ADICIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR

12.1. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica aprovecha la radiación solar transformándola directamente en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, que consiste en la emisión de electrones por un material cuando se le ilumina con radiación electromagnética, en este caso radiación solar.

Existen distintas tecnologías fotovoltaicas donde pueden ser fijas, de seguimiento solar a un eje y seguimiento solar a dos ejes y en cuanto a material la mayoría se basan en el silicio.

Las instalaciones solares fotovoltaicas pueden ser básicamente de dos tipos: instalaciones aisladas, orientadas fundamentalmente a aplicaciones de bombeo, señalización, comunicaciones y electrificación rural, e instalaciones conectadas a red, orientadas a la venta de energía eléctrica y autoconsumo como se da en este caso.

Esta instalación fotovoltaica se realizará teniendo de forma que el impacto visual sea lo menor posible por lo que irá ubicada en la parte sur de la cubierta plana evitando la instalación de los paneles fotovoltaicos en la cubierta transitable delimitada por el murete perimetral.

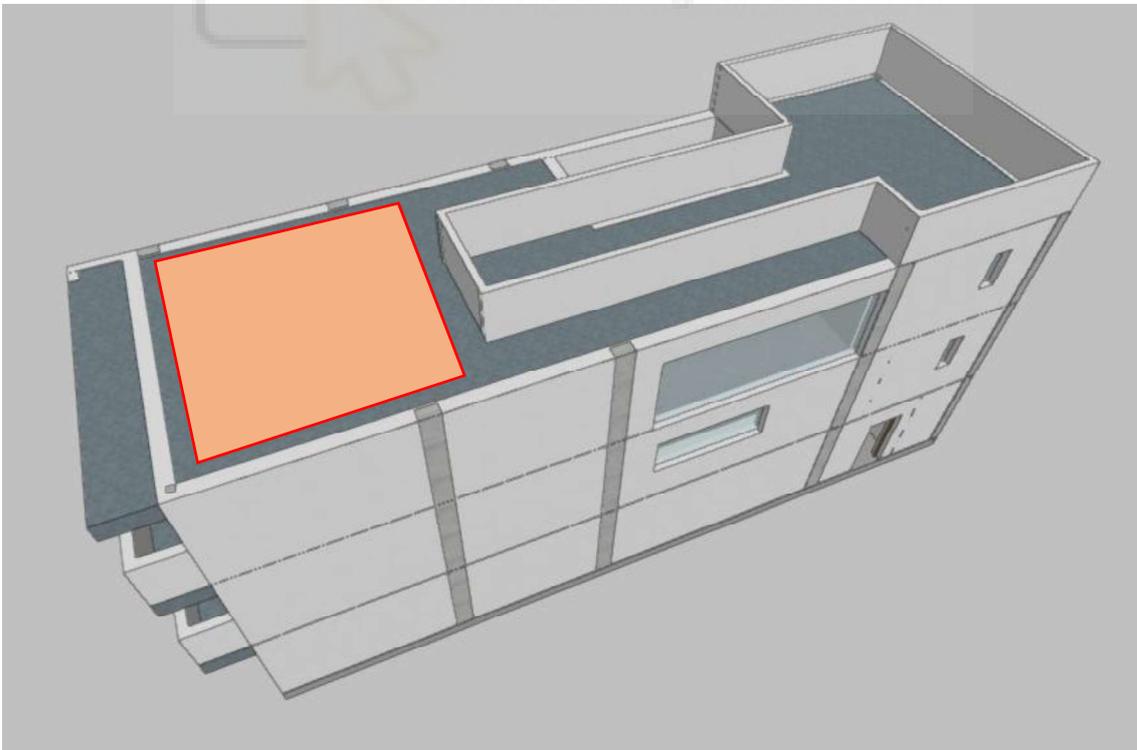


Ilustración 84: Indicación del área de ubicación de los Paneles fotovoltaicos. IFC Builder

Los paneles fotovoltaicos irán colocados con la inclinación óptima orientados hacia el sur para conseguir el mayor rendimiento posible ya que se trata de una instalación fija. Además, se buscará el mayor número posible de paneles fotovoltaicos evitando pérdidas de rendimiento por sombra que se puedan dar entre ellos dentro de la zona señalada en la imagen anterior.

La climatología de esta zona de la península hace propicia la instalación de paneles fotovoltaicos ya que cuenta con una gran cantidad de horas de sol al año. Además, normalmente se mantiene un cielo despejado, en comparación con otras zonas más al norte.

Para pasar toda esta información a datos con los que poder trabajar en la instalación, hacemos uso de la base de datos PVGIS-SARAH2, disponible en la aplicación gratuita PVGIS.

Tras obtener los datos necesarios de PVGIS-SARAH2 se introducen a CYPETHERM HE Plus para obtener los resultados correspondientes a esta mejora.

12.1.1. Distribución y dimensionamiento

Como se ha comentado anteriormente la instalación fotovoltaica va contar con el mayor número de paneles solares posibles dentro del área sombreada de color rojo en la *Ilustración 80*, teniendo en cuenta la inclinación óptima orientada al sur para conseguir el mayor rendimiento posible.

El área delimitada para la ubicación de los paneles fotovoltaicos contiene las siguientes dimensiones:

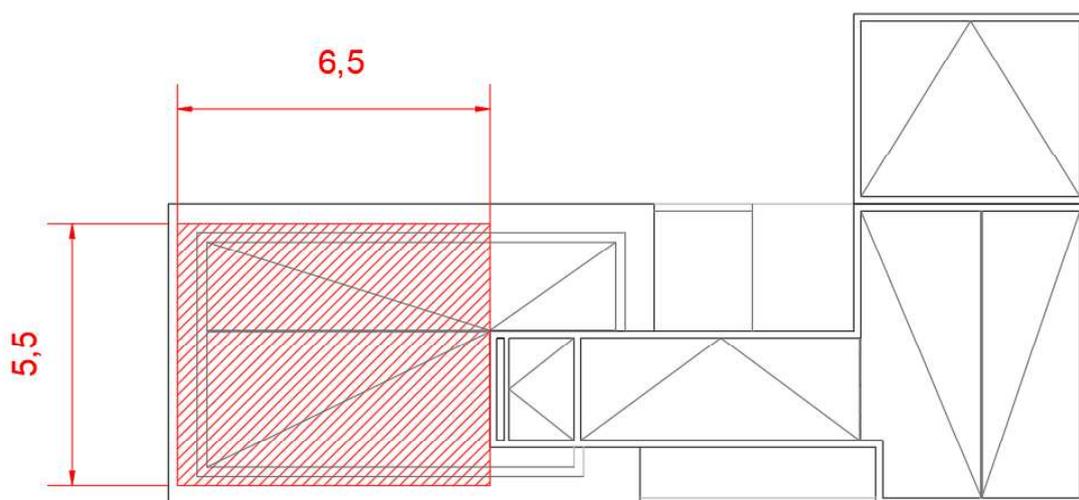


Ilustración 85: Superficie disponible para instalación de Paneles fotovoltaicos

Por tanto, se dispone de una superficie de 35,75 m² para la colocación de los paneles fotovoltaicos.

El siguiente paso es seleccionar el panel fotovoltaico que se utilizará para la instalación sabiendo así tanto las dimensiones del mismo para determinar el número de paneles que puede haber en el área definida como la potencia pico para calcular la producción total de la instalación solar y poder realizar el estudio energético. Para ello se ha optado por la marca EAS Electric escogiendo del catálogo de la serie ESOLAR450.



Ilustración 86: Panel Solar Fotovoltaico EAS Electric ESOLAR450

PANEL FOTOVOLTAICO SELECCIONADO	
Marca	EAS Electric
Modelo	ESOLAR450
Potencia máxima	450 W
Voltaje máximo	41,5 V
Intensidad máxima	10,85 A
Tipo de celda	Silicio Monocristalino
Dimensiones (An x Al x Fon)	(1038 x 2094 x 35) mm
Peso	24 kg

Tabla 10: Características Principales Panel Fotovoltaico EAS Electric ESOLAR540

Tenidas todas las medidas necesarias se procede al cálculo de la distribución y determinar el número de placas solares de forma más óptima posible evitando así pérdidas de rendimiento de sombras entre ellas o cualquier otro obstáculo de la infraestructura.

Se ha realizado de la siguiente forma:

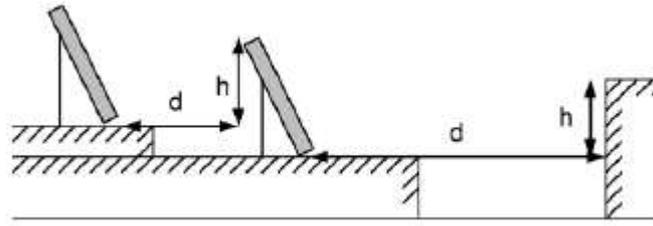


Ilustración 87: Esquema de distribución de Placas solares

En este caso no hay ningún edificio delante que pueda producir sombras por lo que solo se tendrá en cuenta la distancia entre filas de placas fotovoltaicas.

$$d = k \cdot h$$

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{Latitud})}$$

$$h = a \cdot \text{sen}(\alpha)$$

$$l = a \cdot \text{cos}(\alpha)$$

Datos:

Santa Pola, Latitud = $38,2^\circ$
 Ángulo Óptimo, $\alpha = 35^\circ$
 Largo panel, $a = 2,094 \text{ m}$
 Ancho panel, $b = 1,038 \text{ m}$
h: altura que tiene el panel instalado
l: longitud horizontal que ocupa el panel instalado

Cálculos:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{Latitud})} = \frac{1}{\tan(61^\circ - 38,2^\circ)} = 2,379$$

$$h = a \cdot \text{sen}(\alpha) = 2,094 \cdot \text{sen}(35^\circ) = 1,201 \text{ m}$$

$$d = k \cdot h = 2,379 \cdot 1,201 = 2,86 \text{ m}$$

$$l = a \cdot \text{cos}(\alpha) = 2,094 \cdot \text{cos}(35^\circ) = 1,715 \text{ m}$$

$$N^\circ \text{ filas} = 1 + \frac{\text{long. máx} - l}{l + d} = 1 + \frac{6,5 - 1,715}{1,715 + 2,86} = 2,05 \Rightarrow 2 \text{ filas}$$

$$2 \text{ filas} = l + d + l = 1,715 + 2,86 + 1,715 = 6,29 < 6,5 \Rightarrow \text{Cumple}$$

$$N^\circ \text{ paneles} = \frac{\text{anchura máx.}}{b} = \frac{5,5}{1,038} = 5,3 \Rightarrow 5 \text{ paneles por fila}$$

Por tanto, se instalará dos filas de 5 paneles teniendo así un total de **10 paneles fotovoltaicos** para la instalación solar. Teniendo así una potencia pico de **4,5 kWp**.

La distribución de la instalación quedaría de la siguiente manera:

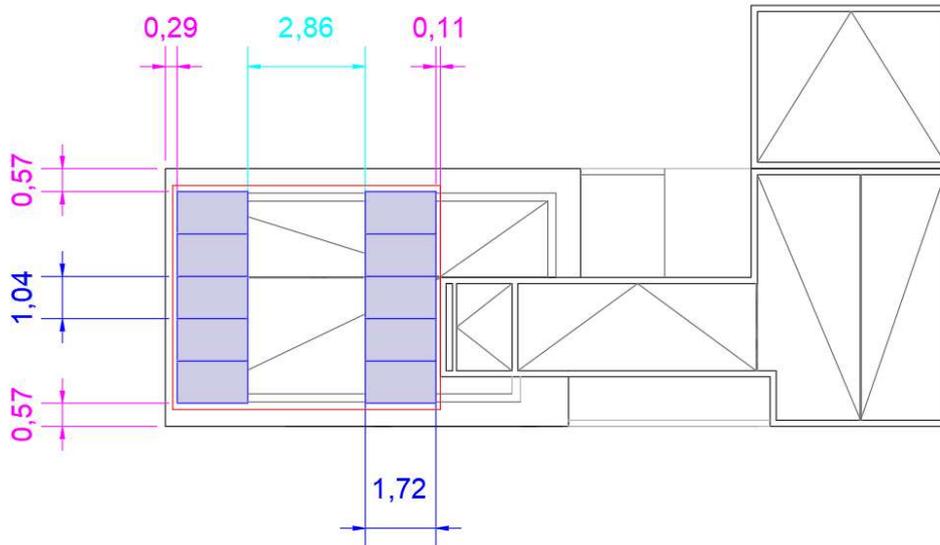


Ilustración 88: Distribución y superficie ocupada de los paneles solares

12.1.2. Selección del inversor

Los inversores solares fotovoltaicos son equipos que se encargan de transformar la energía producida en una instalación fotovoltaica, que se transmite en forma de corriente continua, en corriente alterna para que los electrodomésticos y otros productos eléctricos puedan funcionar en sus niveles normales.

Para su selección hay que tener en cuenta las pérdidas que suponen los distintos componentes que conforman la instalación. Estas pérdidas pueden ser a causa de la orientación e inclinación, pérdidas por sombras, pérdidas en el cableado, pérdidas en el inversor y pérdidas referentes al rendimiento de los paneles. Para ello hacemos una estimación de un 15% de pérdidas.

Teniendo en cuenta todo esto, es necesario por tanto un inversor con una potencia de salida mínima de 3,825 kW para esta instalación fotovoltaica. En el mercado existen diferentes opciones y configuraciones de inversores. Se puede instalar uno ajustando a la potencia necesaria, en este caso sería de 4000 W, o instalar uno con un poco más de potencia y conservar la posibilidad de instalar un panel más en el futuro en caso de ser necesario.

Para este caso se ha escogido un inversor de la marca SMA el modelo Sunny Boy 4.0. Siendo inversores compatibles ya que la corriente de entrada de 15 A del inversor es mayor a la que proporcionan los paneles solares, de 10,85 A.

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0	Sunny Boy 6.0
Entrada (CC)					
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp	9000 Wp
Tensión de entrada máx.			600 V		
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	De 175 V a 500 V	De 210 V a 500 V
Tensión asignada de entrada			365 V		
Tensión de entrada mín./de inicio			100 V/125 V		
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B			15 A/15 A		
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B			15 A/15 A		
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP			2/A:2; B:2		
Salida (CA)					
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ¹⁾	6000 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ¹⁾	6000 VA
Tensión nominal de CA/Rango			220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V		
Frecuencia de red de CA/Rango			50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz		
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red			50 Hz/230 V		
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A ²⁾	22 A ²⁾	26,1 A
Factor de potencia a potencia asignada			1		
Factor de desfase ajustable			0,8 inductivo a 0,8 capacitivo		
Fases de inyección/conexión			1/1		
Rendimiento					
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0%/96,4%	97,0%/96,5%	97,0%/96,5%	97,0%/96,5%	97,0%/96,6%

Ilustración 89: Características técnicas de los inversores SMA Sunny Boy

Las fichas técnicas de estos equipos se encuentran en el ANEXO IV.

12.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

12.2.1. Introducción de datos

Para la calificación energética se va a utilizar el CYPETHERM HE Plus como se ha hecho anteriormente, pero para este caso los datos que se necesita introducir de la instalación solar fotovoltaica se obtienen mediante una simulación realizada en PVGIS a partir de los datos mensuales que proporciona.



Referencia:

Fuente de energía: 

Energía producida

Enero	<input type="text" value="507.60"/>	kWh
Febrero	<input type="text" value="513.70"/>	kWh
Marzo	<input type="text" value="628.10"/>	kWh
Abril	<input type="text" value="647.00"/>	kWh
Mayo	<input type="text" value="701.60"/>	kWh
Junio	<input type="text" value="704.00"/>	kWh
Julio	<input type="text" value="731.50"/>	kWh
Agosto	<input type="text" value="715.40"/>	kWh
Septiembre	<input type="text" value="624.30"/>	kWh
Octubre	<input type="text" value="575.70"/>	kWh
Noviembre	<input type="text" value="468.80"/>	kWh
Diciembre	<input type="text" value="475.30"/>	kWh

Ilustración 90: Introducción de datos de Instalación Fotovoltaica. CYPETHERM HE Plus

12.2.2. Etiqueta de la Calificación Energética

Si la instalación se encuentra correctamente dimensionada puede producir un cambio significativo en el etiquetado de la vivienda. Esto es debido a que la generación de energía limpia con este tipo de instalaciones nos permite realizar tanto un ahorro económico en la factura de la luz como una disminución de la emisión de CO₂ debido al consumo de energía procedente de fuentes no renovables.

- **Etiquetado de emisiones**

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	1.36		0.16
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0.63		-

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	1.78	481.17
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.62	167.97

Ilustración 91: Mejora 1 - Indicador global de emisiones. CYPETHERM HE Plus

Se puede ver una mejora significativa respecto a la situación inicial, pasando de una calificación B en la etiqueta a una calificación A.

- **Etiquetado consumo de energía primaria no renovable**

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	7.32		0.96
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	3.69		-

Ilustración 92: Mejora 1 - Indicador de consumo de energía no renovable. CYPETHERM HE Plus

Al tratarse del consumo de energía primaria no renovable este resultado también una gran mejora como es de suponer, pasando de nuevo de una calificación B en la etiqueta a una calificación A.

- **Etiquetado de la demanda energética de calefacción y refrigeración**

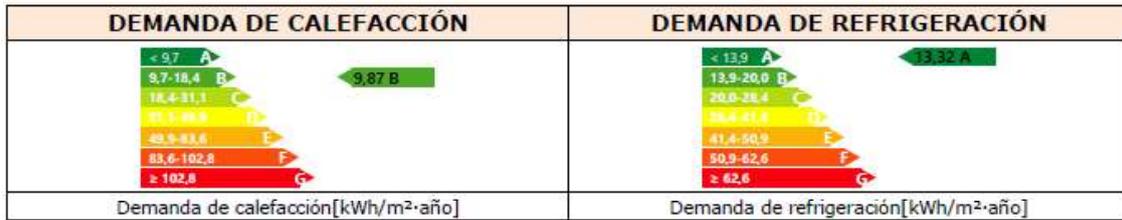


Ilustración 93: Mejora 1 - Indicador de calefacción y refrigeración. CYPETHERM HE Plus

Como es de prever este resultado no varía ya que indica la demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

En el ANEXO I se dispondrá del informe completo de los resultados de la Calificación Energética generado por el programa.

Además, en el ANEXO II se podrá ver los informes completos respecto a los resultados correspondiente a la normativa del CTE DB HE0 y HE4.

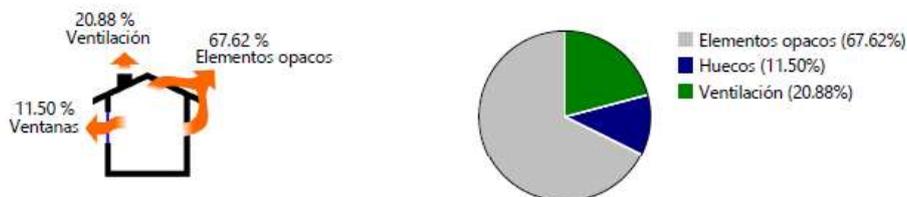
12.3. RESULTADOS DE LA MEJORA 1

- **Balance energético**

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	7.32
Refrigeración	3.69
ACS	0.96
Ventilación	1.46

Ilustración 94: Mejora 1 - Balance energético. CYPETHERM Improvements Plus

- **Indicadores de calefacción**



Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.62
Huecos	11.50
Ventilación	20.88

Ilustración 95: Mejora 1 - Indicadores de calefacción. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de refrigeración

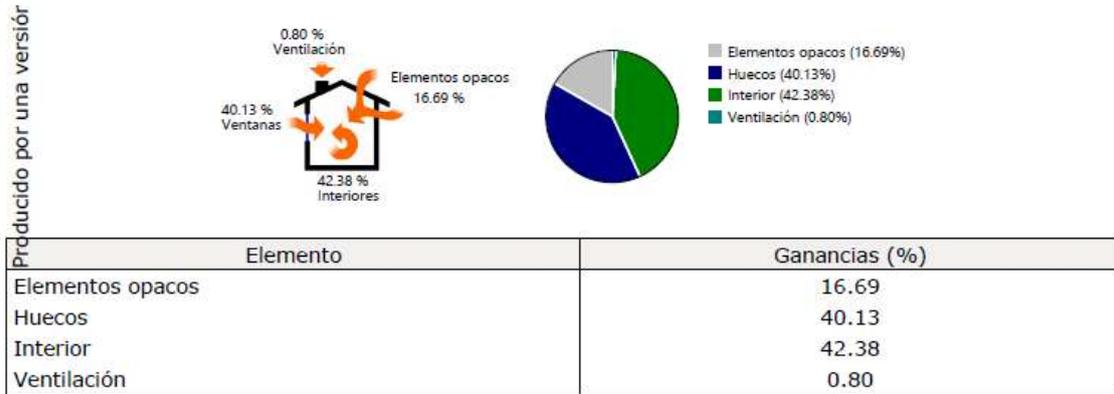


Ilustración 96: Mejora 1 - Indicadores de refrigeración. CYPETHERM Improvements Plus

- Comparación de consumo de energía no renovable entre Modelo Base y Mejora 1

Adición de Instalación FV a Instalación Inicial de SR + PTAC

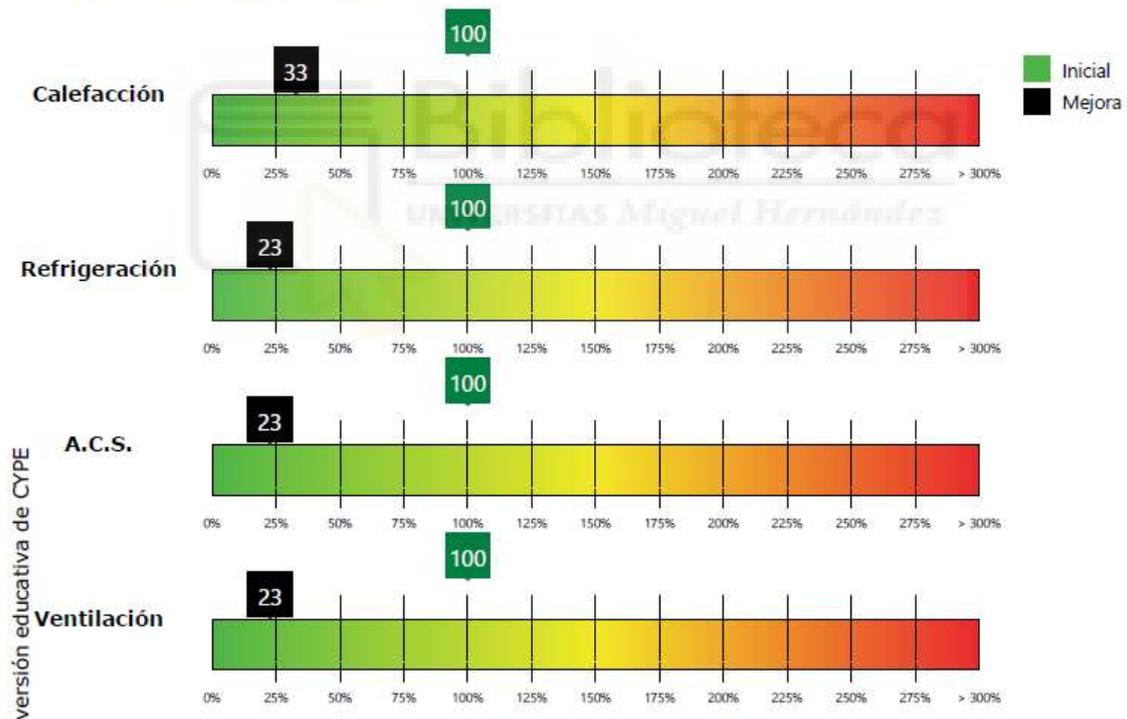


Ilustración 97: Comparación entre Modelo Base y Mejora 1. CYPETHERM Improvements Plus

Producción Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	22.33	45.36	7.32	54.50	15.01	1.91	0.60	1.31
Refrigeración	16.21	32.93	3.69	27.48	12.52	1.41	0.32	1.09
A.C.S.	4.25	8.63	0.96	7.15	3.29	0.37	0.08	0.29
Ventilación	6.44	13.08	1.46	10.87	4.98	0.56	0.13	0.43
Total	49.23	100.00	13.43	100.00	35.80	4.25	1.14	3.11

Ilustración 98: Mejora 1 - Tabla resumen de mejoras producidas. CYPETHERM Improvements Plus

Por tanto, el consumo de energía no renovable en las instalaciones de refrigeración, ACS y ventilación se han reducido hasta un 23% del consumo inicial y en la de calefacción un 33%, este último dato es debido a que en la instalación de calefacción actúa tanto la instalación de aire acondicionado de los equipos compactos (PTAC) como la aerotermia.

En el ANEXO III se mostrarán los informes completos tanto del Balance energético como del Análisis de los resultados de las mejoras que se han ido implementando en la instalación generados por el programa.



13. MEJORA 2. CAMBIO DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

13.1. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

En este apartado de mejora de la instalación HVAC se parte desde la instalación inicial del Modelo Base donde la mejora se implanta en la instalación de climatización (instalación de Aire Acondicionado).

Esta instalación va a seguir consistiendo en una instalación 1x1 de equipos de expansión directa partidos para cada zona climatizada, definidas anteriormente, pero en este caso, son sistemas de climatización partidos por conductos.

Con la implantación de este nuevo sistema de climatización se produce una mejora ya que los equipos seleccionados tienen un mayor rendimiento frente a los sistemas compactos (PTAC) del Modelo Base.

Equipos seleccionados por zonas:

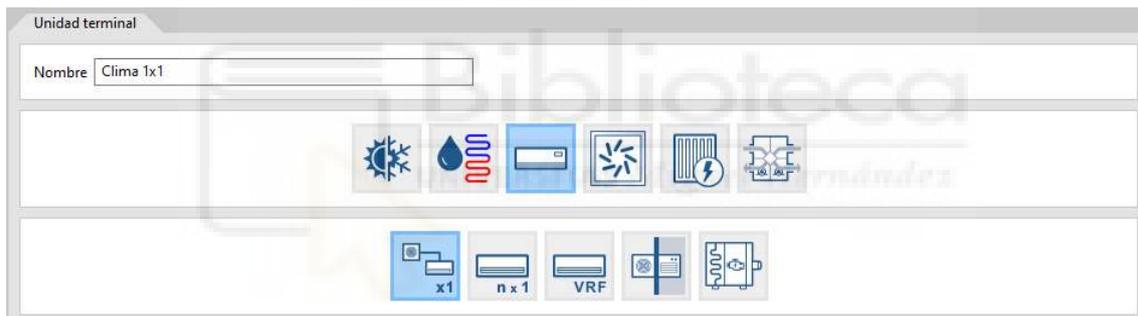


Ilustración 99: Mejora 2 - Selección de Instalación de Climatización Split 1x1. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 1:** Planta Baja (Sala de estar – Comedor – Escalera – Vestíbulo – Aseo 1 – Galería 1)



Ilustración 100: Mejora 2 - Especificaciones de Equipo Split 1x1 Zona 1. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 2: Planta 1 (Dormitorio 1 – Vestidor 1 – Baño 1 – Aseo 2)**

TOSHIBA

Unidad interior

Equipo ⓘ

Unidad exterior: RAV-SP454AT(P)-E

Potencia total nominal de refrigeración: 4000 W
 EER nominal: 3.25
 Potencia nominal de calefacción: 4500 W
 COP nominal: 3.63

Longitud de tubería m

Cota de instalación de la unidad exterior m

Cota de instalación de la unidad interior m

Ilustración 101: Mejora 2 - Especificaciones de Equipo Split Zona 2. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 3: Planta 1 (Gimnasio – Galería 2)**

TOSHIBA

Unidad interior

Equipo ⓘ

Unidad exterior: RAV-SP404AT(P)-E

Potencia total nominal de refrigeración: 3600 W
 EER nominal: 3.36
 Potencia nominal de calefacción: 4000 W
 COP nominal: 3.85

Longitud de tubería m

Cota de instalación de la unidad exterior m

Cota de instalación de la unidad interior m

Ilustración 102: Mejora 2 - Especificaciones de Equipo Split 1x1 Zona 3. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 4: Planta 2 (Dormitorio 2 – Baño 2 – Aseo 3)**

TOSHIBA

Unidad interior

Equipo ⓘ

Unidad exterior: RAV-SP454AT(P)-E

Potencia total nominal de refrigeración: 4000 W
 EER nominal: 3.25
 Potencia nominal de calefacción: 4500 W
 COP nominal: 3.63

Longitud de tubería m

Cota de instalación de la unidad exterior m

Cota de instalación de la unidad interior m

Ilustración 103: Mejora 2 - Especificaciones de Equipo Split 1x1 Zona 4. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 5:** Planta 2 (Dormitorio 3 – Baño 3)

TOSHIBA

Unidad interior

Equipo: Con distribución por conductos Estándar Serie 6 Super Digital Inverter RAV-SM406BT-E

Unidad exterior: RAV-SP404AT(P)-E

Potencia total nominal de refrigeración: 3600 W
 EER nominal: 3.36
 Potencia nominal de calefacción: 4000 W
 COP nominal: 3.85

Longitud de tubería: m

Cota de instalación de la unidad exterior: m

Cota de instalación de la unidad interior: m

Ilustración 104: Mejora 2 - Especificaciones de Equipo Split 1x1 Zona 5. CYPETHERM HE Plus

Por tanto, el esquema tanto de las unidades terminales como los sistemas que constituyen la instalación HVAC quedaría de la siguiente forma:



Ilustración 105: Mejora 2 - Unidades Terminales de la instalación HVAC completa. CYPETHERM HE Plus

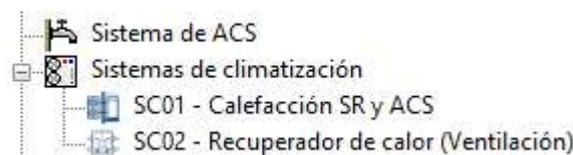


Ilustración 106: Mejora 2 - Sistemas centralizados de la instalación HVAC completa. CYPETHERM HE Plus

Las fichas técnicas de estos equipos se encuentran en el ANEXO IV.

13.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

- Etiquetado de emisiones

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0.9	0.72
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	1.34	-

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3.81	1032.34
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.24	64.54

Ilustración 107: Mejora 2 - Indicador global de emisiones. CYPETHERM HE Plus

Al igual que ocurre con la mejora 1, se observa una mejora significativa respecto a la situación inicial (Modelo Base), pasando de una calificación B en la etiqueta a una calificación A.

- Etiquetado consumo de energía primaria no renovable

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	5.06	4.25
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	7.9	-

Ilustración 108: Mejora 2 - Indicador de consumo de energía no renovable. CYPETHERM HE Plus

En este apartado también se consigue una buena mejora respecto al Modelo Base, aunque no es tan significativa como en la Mejora 1 ya que en la anterior se produce mediante la implantación de una instalación de energía renovable.

- Etiquetado de la demanda energética de calefacción y refrigeración

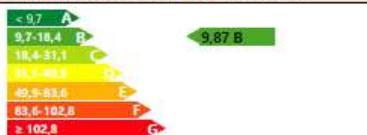
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

Ilustración 109: Mejora 2 - Indicador de calefacción y refrigeración. CYPETHERM HE Plus

Este resultado sigue sin variar ya que indica la demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

En el ANEXO I se dispondrá del informe completo de los resultados de la Calificación Energética generado por el programa.

Además, en el ANEXO II se podrá ver los informes completos respecto a los resultados correspondiente a la normativa del CTE DB HE0 y HE4.

13.3. RESULTADOS DE LA MEJORA 2

- Balance energético**

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² -año
Calefacción	5.06
Refrigeración	7.90
ACS	4.25
Ventilación	6.44

Ilustración 110: Mejora 2 - Balance energético Mejora 2. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de calefacción**

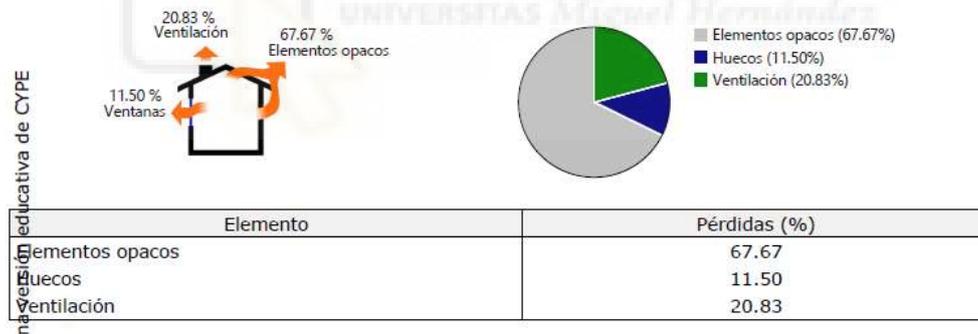


Ilustración 111: Mejora 2 - Indicadores de calefacción. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de refrigeración**

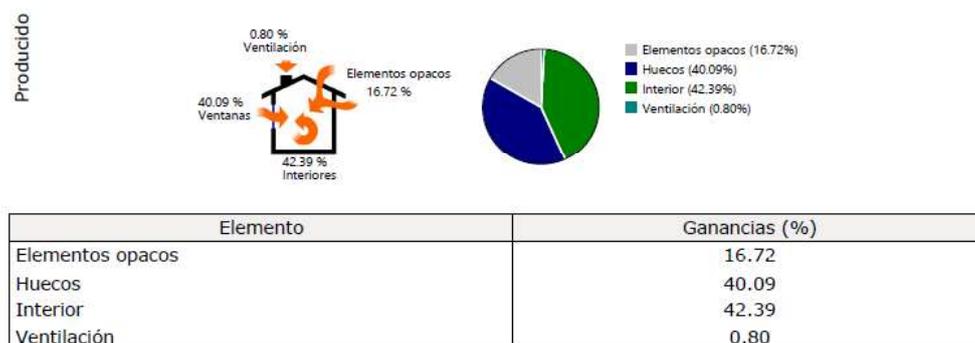


Ilustración 112: Mejora 2 - Indicadores de refrigeración. CYPETHERM Improvements Plus

- **Comparación de consumo de energía no renovable entre Modelo Base y Mejora 2**

Cambio de Instalación de Climatización de PTAC a Toshiba (Conductos 1x1)

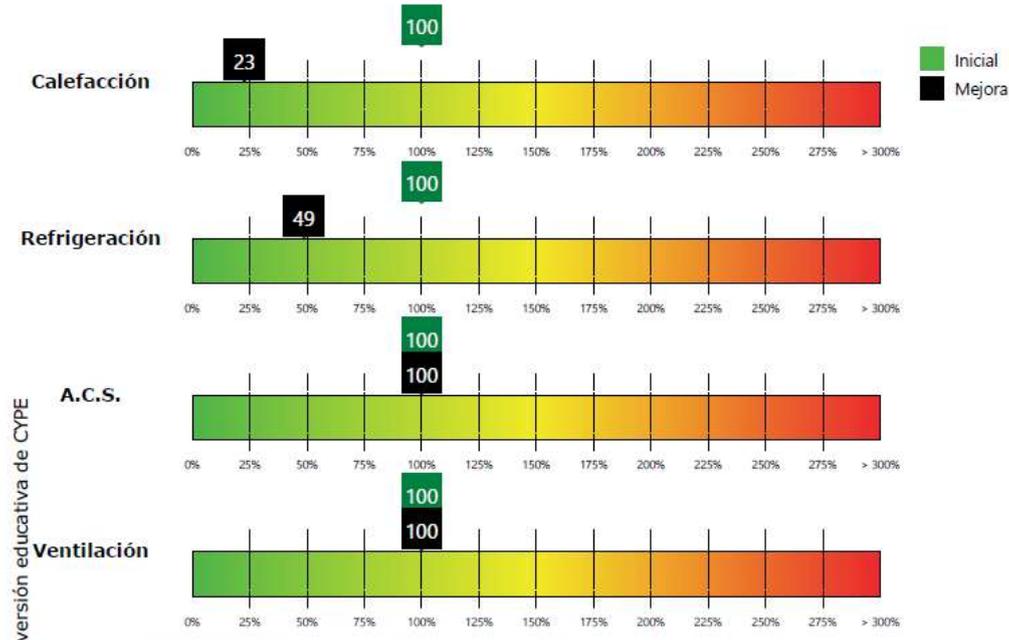


Ilustración 113: Comparación entre Modelo Base y Mejora 2. CYPETHERM Improvements Plus

Producido por Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	22.33	45.36	5.06	21.40	17.27	1.91	0.43	1.48
Refrigeración	16.21	32.93	7.90	33.40	8.31	1.41	0.69	0.72
A.C.S.	4.25	8.63	4.25	17.97	0.00	0.37	0.37	0.00
Ventilación	6.44	13.08	6.44	27.23	0.00	0.56	0.56	0.00
Total	49.23	100.00	23.65	100.00	25.58	4.25	2.04	2.20

Ilustración 114: Mejora 2 - Tabla resumen de mejoras producidas. CYPETHERM Improvements Plus

A diferencia de la Mejora 1, en este caso sólo se producen mejoras en el consumo de calefacción y refrigeración debido a que es donde actúan los equipos de aire acondicionado.

Con esto, se puede llegar a dos conclusiones, la primera es que viendo ambos resultados la Mejora 1 es más eficaz en cuanto a ahorro energético y la segunda es que esta Mejora 2 actuando únicamente en los equipos de aire acondicionado se consigue un buen resultado. Para decidir que opción podría ser la más adecuada sería necesario realizar un estudio económico pero este aspecto no es el objetivo de este proyecto en cuestión.

En el ANEXO III se mostrarán los informes completos tanto del Balance energético como del Análisis de los resultados de las mejoras que se han ido implementando en la instalación generados por el programa.

14. MEJORA 3. ADICIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR A LA MEJORA 2

14.1. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Esta Mejora 3 sobre la instalación inicial consiste en añadir una instalación solar fotovoltaica en la instalación ya mejorada en el apartado anterior (Mejora 2), es decir, la instalación HVAC completa para este caso quedaría de la siguiente forma:

- Instalación de Aire Acondicionado, mediante un equipo 1x1 Split por conductos (equipos Toshiba) por cada zona determinada.
- Instalación de Ventilación y calidad del aire del edificio, se realiza a través de un recuperador de calor.
- Instalación de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS), se realiza mediante un equipo de Aerotermia el cuál abastece tanto al circuito de la instalación de calefacción por suelo radiante como la acumulación de agua para el Agua Caliente Sanitaria necesaria en la vivienda.
- + Instalación de energía renovable, a través de la energía solar con la implementación de paneles solares fotovoltaicos.

La instalación fotovoltaica de esta Mejora 3 es igual a la instalación de la Mejora 1 ya explicada de forma detallada en el apartado correspondiente. Por lo tanto, la instalación constará de 2 filas con 5 paneles fotovoltaicos fijos (EAS Electric ESOLAR450) cada una de ellas, dando así una potencia pico de 4,5 kW_p, ubicados en la parte sur de la cubierta, orientados y colocados con la inclinación óptima, para conseguir el mayor rendimiento.

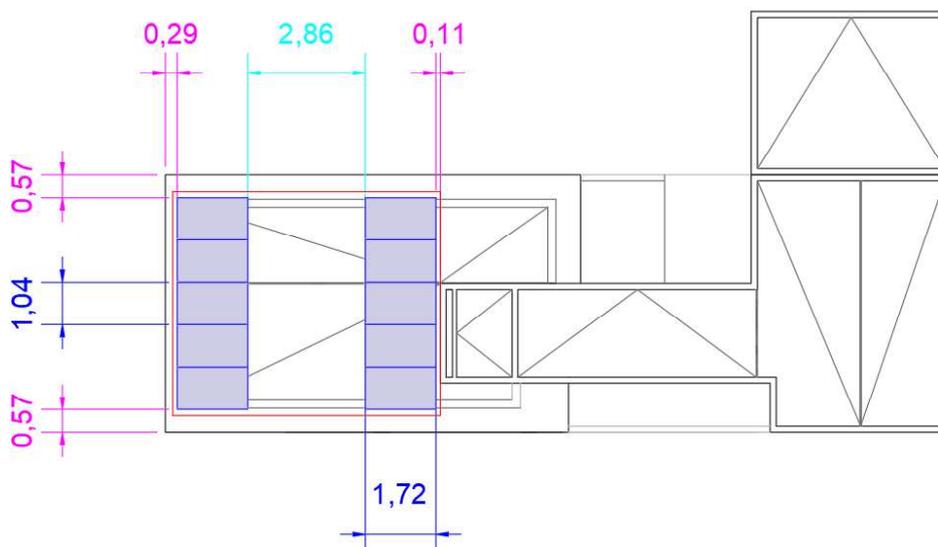


Ilustración 115: Mejora 3 - Distribución y superficie ocupada de los paneles solares

En cuanto al inversor, se escoge el mismo que anteriormente siguiendo los mismos criterios para su selección. Por lo que el inversor escogido es de la marca SMA el modelo Sunny Boy 4.0.

14.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

- Etiquetado de emisiones

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	0.24		0	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	-
	0		-	

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	0.00	0.00
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.24	64.70

Ilustración 116: Mejora 3 - Indicador global de emisiones. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado consumo de energía primaria no renovable

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
	1.13		0	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	-
	0		-	

Ilustración 117: Mejora 3 - Indicador de consumo de energía no renovable. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado de la demanda energética de calefacción y refrigeración

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

Ilustración 118: Mejora 3 - Indicador de calefacción y refrigeración. CYPETHERM HE Plus

Como se observa, con esta Mejora 3 la cual es un sumado de la Mejora 2, se consigue en cuanto a emisiones y consumos niveles muy bajos, llegando incluso en emisiones por consumos eléctricos a valores de 0.

En el ANEXO I se dispondrá del informe completo de los resultados de la Calificación Energética generado por el programa.

Además, en el ANEXO II se podrá ver los informes completos respecto a los resultados correspondiente a la normativa del CTE DB HE0 y HE4.

14.3. RESULTADOS DE LA MEJORA 3

- Balance Energético**

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	1.13
Refrigeración	0.00
ACS	0.00
Ventilación	0.00

Ilustración 119: Mejora 3 - Balance energético. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de calefacción**

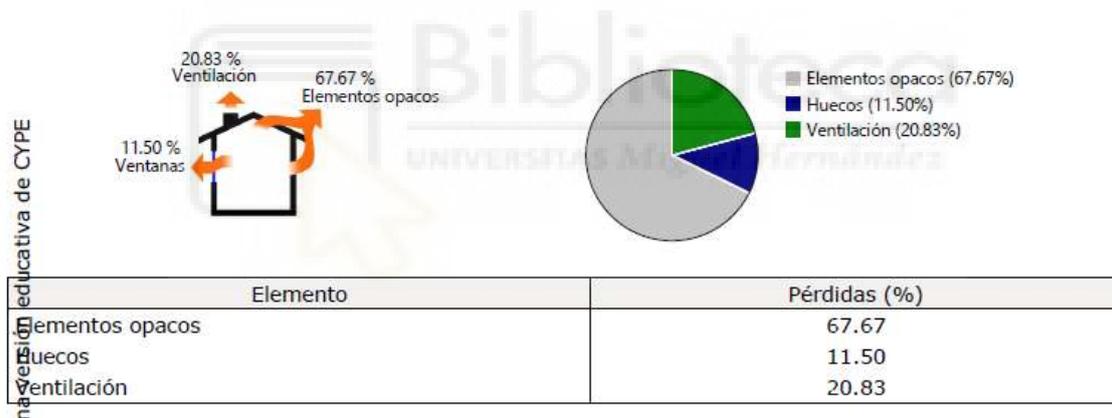


Ilustración 120: Mejora 3 - Indicadores de calefacción. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de refrigeración**

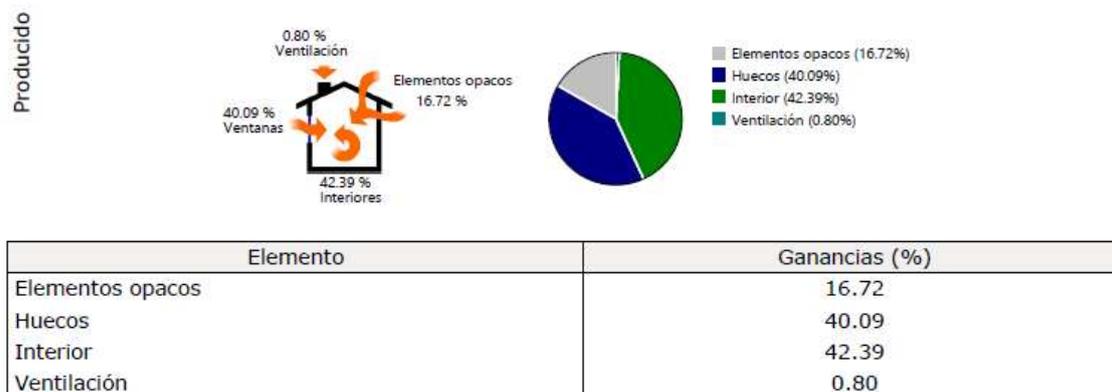


Ilustración 121: Mejora 3 - Indicadores de refrigeración. CYPETHERM Improvements Plus

- Comparación de consumo de energía no renovable entre Modelo Base y Mejora 3

Adición de Instalación FV a Instalación Mejora 2 de SR + Toshiba

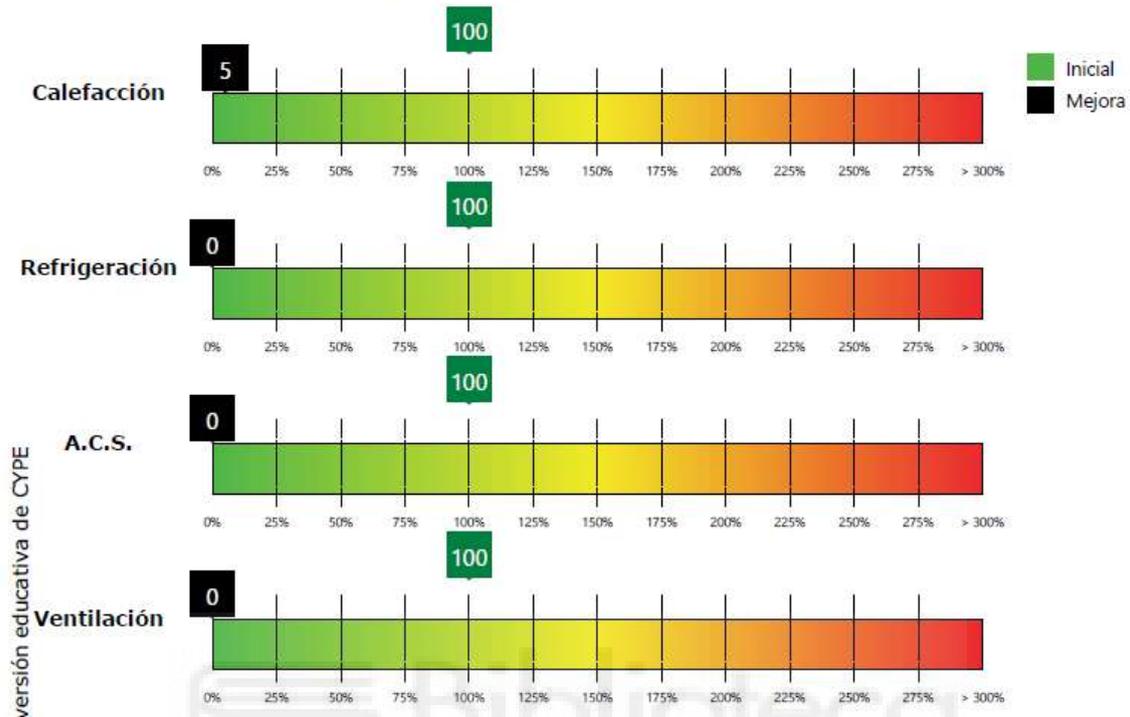


Ilustración 122: Comparación entre Modelo Base y Mejora 3. CYPETHERM Improvements Plus

Producción Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable				Coste anual de la energía			
	Inicial	%	Mejora	Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia	
	kWh/m ² ·año		kWh/m ² ·año	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	
Calefacción	22.33	45.36	1.13	100.00	21.20	1.91	0.09	1.82
Refrigeración	16.21	32.93	0.00	0.00	16.21	1.41	0.00	1.41
A.C.S.	4.25	8.63	0.00	0.00	4.25	0.37	0.00	0.37
Ventilación	6.44	13.08	0.00	0.00	6.44	0.56	0.00	0.56
Total	49.23	100.00	1.13	100.00	48.10	4.25	0.09	4.16

Ilustración 123: Mejora 3 - Tabla resumen de mejoras producidas. CYPETHERM Improvements Plus

Con la tabla resumen de esta Mejora 3, en cuanto a ahorro energético anual, se puede ver que se consiguen unos resultados muy óptimos, consiguiendo tanto en refrigeración, ACS y ventilación un consumo anual de energía primaria no renovable de 0 kWh/m² y un valor poco significativo respecto a la calefacción.

En el ANEXO III se mostrarán los informes completos tanto del Balance energético como del Análisis de los resultados de las mejoras que se han ido implementando en la instalación generados por el programa.

15. MEJORA 4. CAMBIO DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

En esta nueva mejora se propone de nuevo el cambio en los equipos de climatización pasando de equipos compactos (PTAC) para cada zona determinada dentro de la vivienda en el Modelo Base y de equipos 1x1 Split por conductos de la misma forma para cada zona en la Mejora 2 a la instalación de un sistema VRV con unidades interiores de conductos instaladas en cada zona climática del edificio como en los casos anteriores.

Además, este sistema VRV también se encargará completamente de la calefacción por lo que no habrá un sistema independiente para ello, evitando así la instalación de suelo radiante. Todo esto conlleva a que la aerotermia en esta Mejora 4 solamente se encarga de la producción de ACS.

Quedando así la instalación HVAC de la vivienda en esta opción:

- Instalación de Aire Acondicionado, mediante un equipo VRV con unidades interiores por conductos por cada zona determinada (Refrigeración y Calefacción).
- Instalación de Ventilación y calidad del aire del edificio, se realiza a través de un recuperador de calor.
- Instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS), producida mediante un equipo de Aerotermia.

15.1. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

En los sistemas VRV existe una unidad externa común que está conectada con múltiples unidades internas a través de tuberías de cobre aisladas. Su naturaleza es muy similar, aunque no exactamente igual, a lo que se conoce como sistemas multi-split. Se categorizan dentro de los equipos de aire acondicionado de expansión directa.

El término VRV significa Volumen de Refrigerante Variable y proviene del inglés VRF (variable refrigerant flow).

Los sistemas de climatización VRV pueden ser de dos tubos o de tres tubos. Los primeros proporcionan frío o calor, pero no ambas a la vez. Por su parte, los de tres tubos sí que pueden suministrar frío y calor simultáneamente. La complejidad de la opción de la instalación de tres tubos encarece severamente el precio total con respecto a su variedad de dos tubos. Su uso está especialmente recomendado para instalaciones comerciales de medio o gran tamaño.

La unidad exterior de los sistemas VRV cuenta con un mecanismo que utiliza el aire exterior para evaporar (calor) o condensar (frío) el gas refrigerante. A continuación, el

gas refrigerante se distribuye por las tuberías para llegar a los diferentes espacios donde las unidades interiores se encargan de utilizarlo para enfriarlos o calentarlos.

A diferencia de otros sistemas como las bombas de calor, estos sistemas cuentan con la ventaja de poder regular o variar el volumen de refrigerante aportado a las baterías de condensación- evaporación. Permiten, por tanto, ahorro energético, tecnología inverter, control optimizado, fácil instalación y mantenimiento económico.

El sistema VRV de la vivienda constará, por tanto, de una unidad exterior la cuál iría ubicada en la cubierta con una potencia total necesaria que cubra toda la demanda de la vivienda y cinco unidades interiores una para cada zona climática determinada dentro de la misma.

Se ha comentado que para la selección de la unidad exterior tiene que abastecer la potencia total de todas las unidades interiores que conforman la instalación, pero se puede considerar que no todas las zonas van a estar en funcionamiento al mismo tiempo y que por lo tanto se puede establecer un coeficiente de simultaneidad. Esto hace posible escoger un equipo más pequeño permitiendo un ahorro de consumo energético y económico.

Unidad Exterior seleccionada:



Ilustración 124: Mejora 4 - Selección de Instalación de Climatización Sistema VRV. CYPETHERM HE Plus

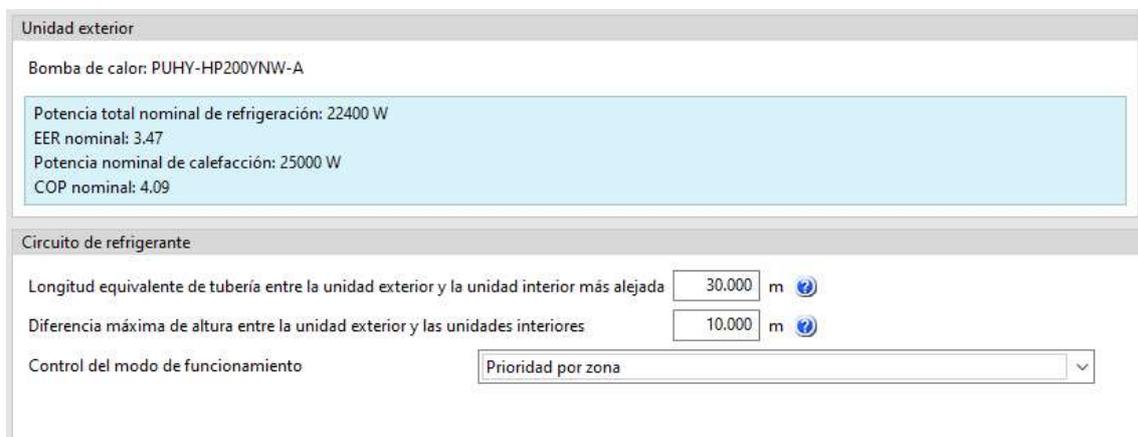


Ilustración 125: Mejora 4 - Especificaciones de Unidad Exterior VRV. CYPETHERM HE Plus

Unidades Interiores seleccionadas por zonas:

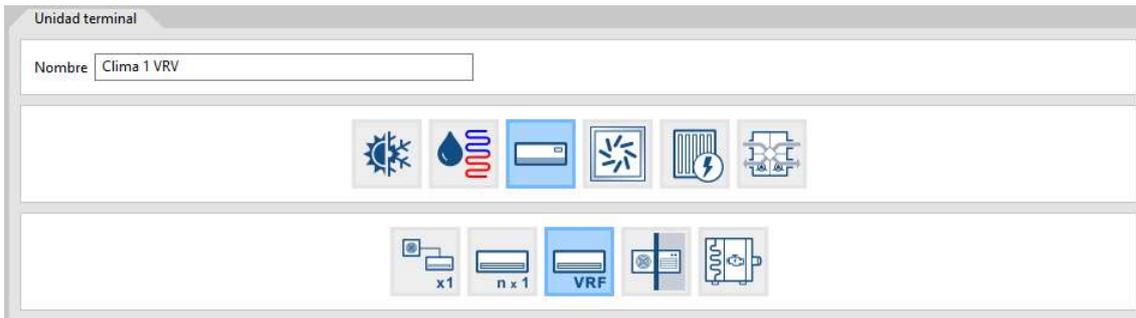


Ilustración 126: Mejora 4 - Selección de Instalación de Unidades Interiores VRV. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 1:** Planta Baja (Sala de estar – Comedor – Escalera – Vestíbulo – Aseo 1 – Galería 1)



Ilustración 127: Mejora 4 - Especificaciones de Unidad Interior VRV Zona 1. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 2:** Planta 1 (Dormitorio 1 – Vestidor 1 – Baño 1 – Aseo 2)



Ilustración 128: Mejora 4 - Especificaciones de Unidad Interior VRV Zona 2. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 3:** Planta 1 (Gimnasio – Galería 2)



Ilustración 129: Mejora 4 - Especificaciones de Unidad Interior VRV Zona 3. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 4:** Planta 2 (Dormitorio 2 – Baño 2 – Aseo 3)



Sistema
Sistema de caudal de refrigerante variable (VRF) Sistema VRV +

Unidad interior
Con distribución por conductos: PEFY-M40VMA-A

Potencia total de refrigeración: 4500 W
Potencia de calefacción: 5000 W

Ilustración 130: Mejora 4 - Especificaciones de Unidad Interior VRV Zona 4. CYPETHERM HE Plus

- **Zona 5:** Planta 2 (Dormitorio 3 – Baño 3)



Sistema
Sistema de caudal de refrigerante variable (VRF) Sistema VRV +

Unidad interior
Con distribución por conductos: PEFY-M25VMA-A

Potencia total de refrigeración: 2800 W
Potencia de calefacción: 3200 W

Ilustración 131: Mejora 4 - Especificaciones de Unidad Interior VRV Zona 5. CYPETHERM HE Plus

Por tanto, el esquema tanto de las unidades terminales como los sistemas que constituyen la instalación HVAC quedaría de la siguiente forma:

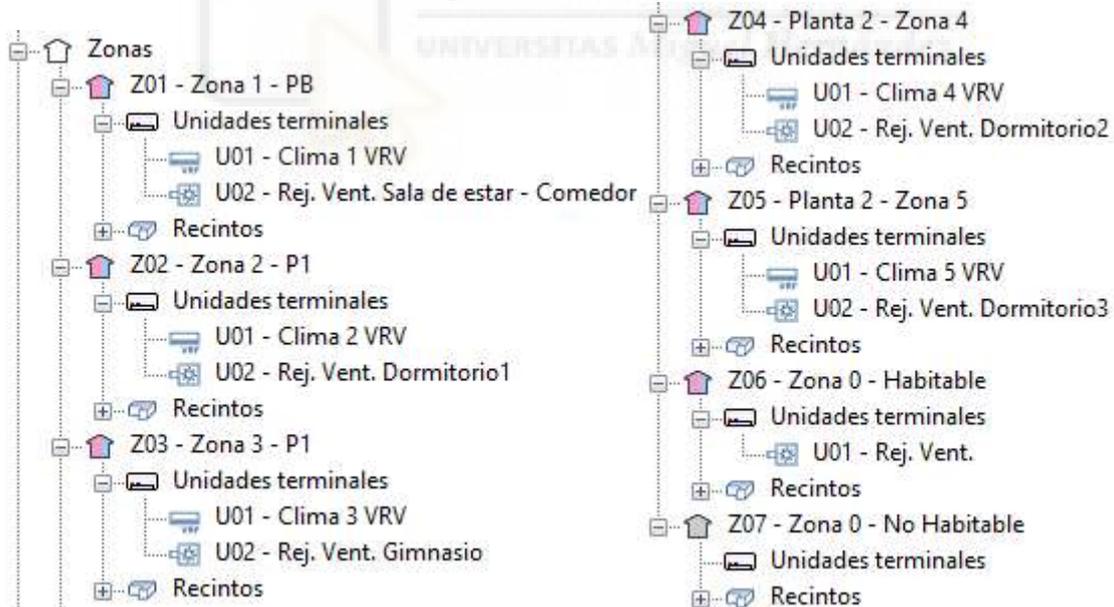


Ilustración 132: Mejora 4 - Unidades Terminales de la instalación HVAC completa. CYPETHERM HE Plus

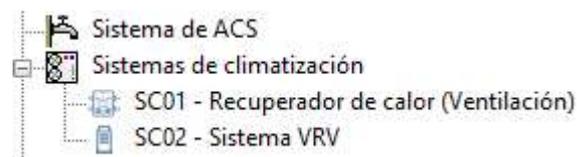


Ilustración 133: Modelo Base - Sistemas centralizados de la instalación HVAC completa. CYPETHERM HE Plus

Las fichas técnicas de estos equipos se encuentran en el ANEXO IV.

15.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

- Etiquetado de emisiones

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	0.8		0.72	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	-
1.3	-			

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3.62	980.15
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.29	78.56

Ilustración 134: Mejora 4 - Indicador global de emisiones. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado consumo de energía primaria no renovable

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
	4.4		4.25	
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	-
7.66	-			

Ilustración 135: Mejora 4 - Indicador de consumo de energía no renovable. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado de la demanda energética de calefacción y refrigeración

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

Ilustración 136: Mejora 4 - Indicador de calefacción y refrigeración. CYPETHERM HE Plus

En comparación al Modelo Base y como con las mejoras anteriores, se consigue un cambio de etiqueta en la calificación en cuanto a emisiones globales pasando de una calificación B a una calificación A, y mejoras sustanciales en cuanto al consumo de energía primaria no renovable.

En el ANEXO I se dispondrá del informe completo de los resultados de la Calificación Energética generado por el programa.

Además, en el ANEXO II se podrá ver los informes completos respecto a los resultados correspondiente a la normativa del CTE DB HE0 y HE4.

15.3. RESULTADOS DE LA MEJORA 4

- **Balance energético**

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	4.40
Refrigeración	7.66
ACS	4.25
Ventilación	6.44

Ilustración 137: Mejora 4 - Balance energético. CYPETHERM Improvements Plus

- **Indicadores de calefacción**



Ilustración 138: Mejora 4 - Indicadores de calefacción. CYPETHERM Improvements Plus

- **Indicadores de refrigeración**

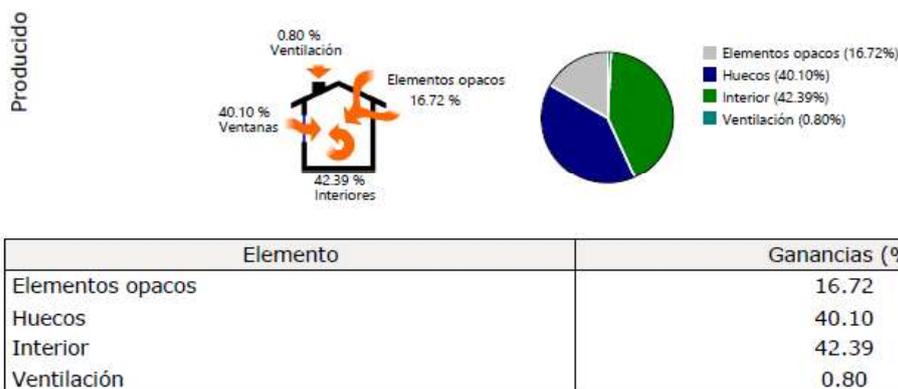


Ilustración 139: Mejora 4 - Indicadores de refrigeración. CYPETHERM Improvements Plus

- **Comparación de consumo de energía no renovable entre Modelo Base y Mejora 4**

Cambio de Instalación de Climatización a Sistema VRV sin SR

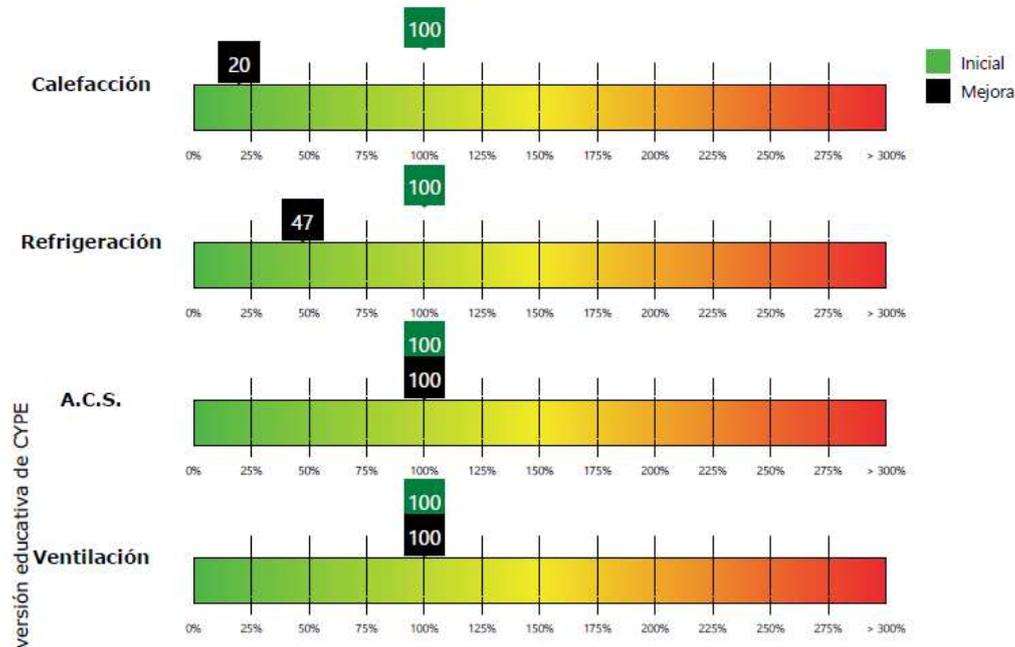


Ilustración 140: Comparación entre Modelo Base y Mejora 4. CYPETHERM Improvements Plus

Producción Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable			Coste anual de la energía				
	Inicial kWh/m ² -año	%	Mejora kWh/m ² -año	%	Diferencia kWh/m ² -año	Inicial EUR/m ² -año	Mejora EUR/m ² -año	Diferencia EUR/m ² -año
Calefacción	22.33	45.36	4.40	19.34	17.93	1.91	0.37	1.54
Refrigeración	16.21	32.93	7.66	33.67	8.55	1.41	0.67	0.74
A.C.S.	4.25	8.63	4.25	18.68	0.00	0.37	0.37	0.00
Ventilación	6.44	13.08	6.44	28.31	0.00	0.56	0.56	0.00
Total	49.23	100.00	22.75	100.00	26.48	4.25	1.96	2.29

Ilustración 141: Mejora 4 - Tabla resumen de mejoras producidas. CYPETHERM Improvements Plus

Como sucede en la Mejora 2, y es de prever sólo se producen mejoras en el consumo de calefacción y refrigeración debido a que es donde actúan los equipos de aire acondicionado y calefacción (No se instala suelo radiante para calefacción). Obteniendo unos niveles de consumo de energía no renovable en calefacción de un 20% respecto al Modelo Base y un 49% en refrigeración, mejoras energéticas suficientes como para valorar un cambio de instalación en un caso real. Para ello, sería conveniente realizar un estudio económico para hacer una valoración completa.

En el ANEXO III se mostrarán los informes completos tanto del Balance energético como del Análisis de los resultados de las mejoras que se han ido implementando en la instalación generados por el programa.

16. MEJORA 5. ADICIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR A LA MEJORA 4

16.1. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Siguiendo como ocurre en la Mejora 3, esta Mejora 5 consiste en añadir una instalación solar fotovoltaica en la instalación ya mejorada en el apartado anterior (Mejora 4), es decir, la instalación HVAC completa para este caso quedaría de la siguiente forma:

- Instalación de Aire Acondicionado, mediante un equipo VRV con unidades interiores por conductos por cada zona determinada (Refrigeración y Calefacción).
 - Instalación de Ventilación y calidad del aire del edificio, se realiza a través de un recuperador de calor.
 - Instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS), producida mediante un equipo de Aerotermia.
- + Instalación de energía renovable, a través de la energía solar con la implementación de paneles solares fotovoltaicos.

La instalación fotovoltaica de esta Mejora 5 es igual a la instalación de la Mejora 1 y 3 ya explicada de forma detallada en el apartado correspondiente. Por lo tanto, la instalación constará de 2 filas con 5 paneles fotovoltaicos fijos (EAS Electric ESOLAR450) cada una de ellas, dando así una potencia pico de 4,5 kWp, ubicados en la parte sur de la cubierta, orientados y colocados con la inclinación óptima, para conseguir el mayor rendimiento.

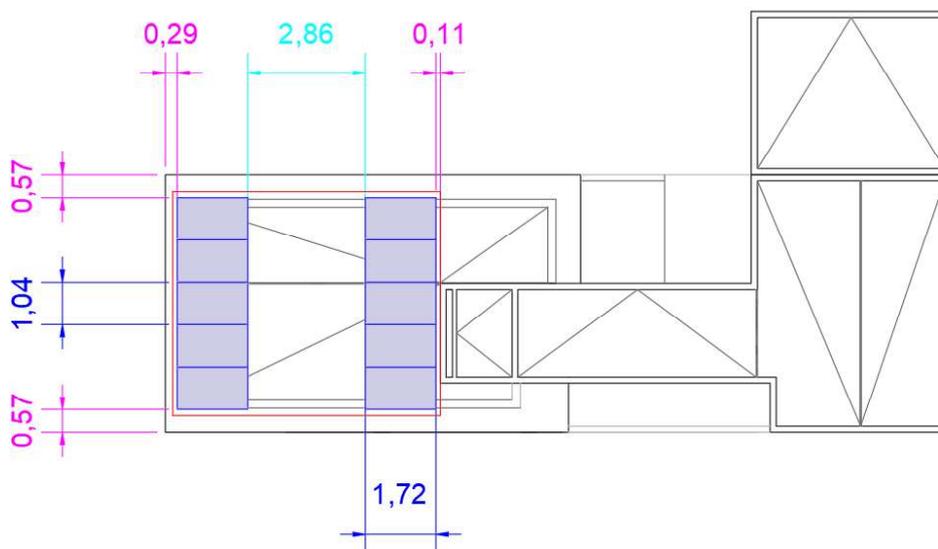


Ilustración 142: Mejora 5 - Distribución y superficie ocupada de los paneles solares

Respecto al inversor, se escoge el mismo que anteriormente siguiendo los mismos criterios para su selección. Por lo que el inversor escogido es de la marca SMA el modelo Sunny Boy 4.0.

16.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

- Etiquetado de emisiones

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
0.29	0			
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	-
0	-			

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
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	0.00	0.00
Emisiones CO2 por otros combustibles	0.29	78.50

Ilustración 143: Mejora 5 - Indicador global de emisiones. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado consumo de energía primaria no renovable

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
1.37	0			
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	-
0	-			

Ilustración 144: Mejora 5 - Indicador de consumo de energía no renovable. CYPETHERM HE Plus

- Etiquetado de la demanda energética de calefacción y refrigeración

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

Ilustración 145: Mejora 5 - Indicador de calefacción y refrigeración. CYPETHERM HE Plus

Como ocurre con la Mejora 3, en esta Mejora 5 que se trata de una adición de la instalación de la Mejora 4, se consigue en cuanto a emisiones y consumos niveles muy bajos, llegando incluso en emisiones por consumos eléctricos a valores de 0.

En el ANEXO I se dispondrá del informe completo de los resultados de la Calificación Energética generado por el programa.

Además, en el ANEXO II se podrá ver los informes completos respecto a los resultados correspondiente a la normativa del CTE DB HE0 y HE4.

16.3. RESULTADOS DE LA MEJORA 5

- Balance energético**

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	1.37
Refrigeración	0.00
ACS	0.00
Ventilación	0.00

Ilustración 146: Mejora 5 - Balance energético. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de calefacción**

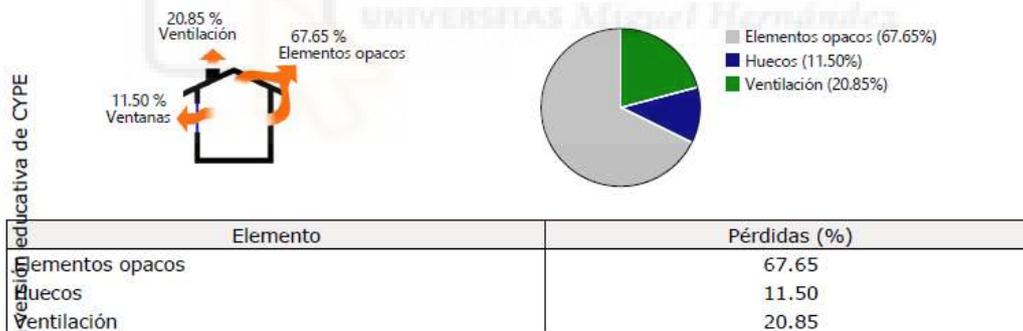


Ilustración 147: Mejora 5 - Indicadores de calefacción. CYPETHERM Improvements Plus

- Indicadores de refrigeración**

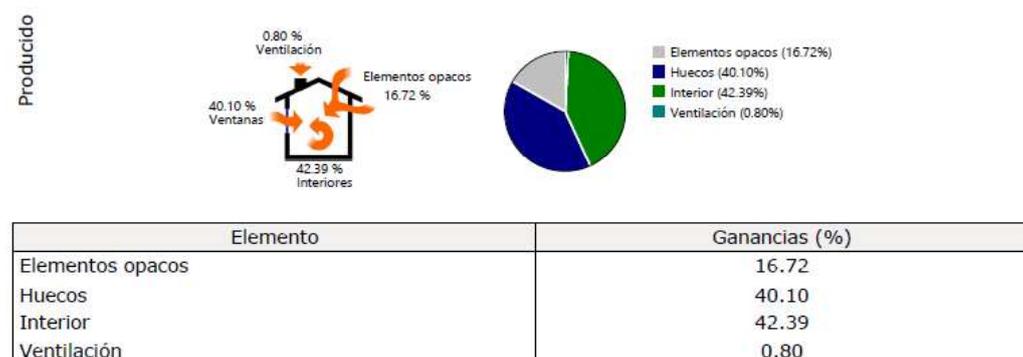


Ilustración 148: Mejora 5 - Indicadores de refrigeración. CYPETHERM Improvements Plus

- Comparación de consumo de energía no renovable entre Modelo Base y Mejora 5

Cambio de Instalación de Climatización a VRV sin SR + FV

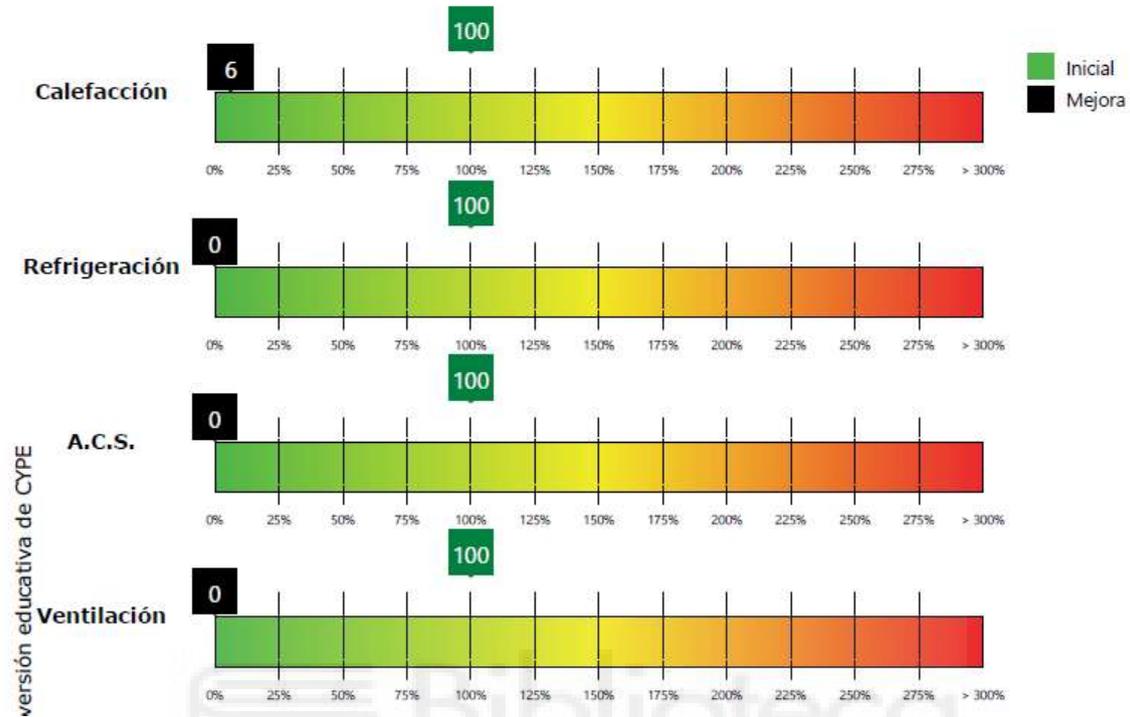


Ilustración 149: Comparación entre Modelo Base y Mejora 5. CYPETHERM Improvements Plus

Producción Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable			Coste anual de la energía				
	Inicial kWh/m²·año	%	Mejora kWh/m²·año	%	Diferencia kWh/m²·año	Inicial EUR/m²·año	Mejora EUR/m²·año	Diferencia EUR/m²·año
Calefacción	22.33	45.36	1.37	100.00	20.96	1.91	0.10	1.81
Refrigeración	16.21	32.93	0.00	0.00	16.21	1.41	0.00	1.41
A.C.S.	4.25	8.63	0.00	0.00	4.25	0.37	0.00	0.37
Ventilación	6.44	13.08	0.00	0.00	6.44	0.56	0.00	0.56
Total	49.23	100.00	1.37	100.00	47.86	4.25	0.10	4.14

Ilustración 150: Mejora 5 - Tabla resumen de mejoras producidas. CYPETHERM Improvements Plus

Con la tabla resumen de esta Mejora 5, en cuanto a ahorro energético anual, se puede ver que se consiguen unos resultados muy óptimos y prácticamente iguales a la Mejora 3 implantada en apartado anteriores, consiguiendo también tanto en refrigeración, ACS y ventilación un consumo anual de energía primaria no renovable de 0 kWh/m² y un valor poco significativo respecto a la calefacción.

En el ANEXO III se mostrarán los informes completos tanto del Balance energético como del Análisis de los resultados de las mejoras que se han ido implementando en la instalación.

17. COMPARACIÓN CONSTRUCTIVA CON CASO ZONA CLIMÁTICA E

En este apartado, se expone de forma superficial el caso en el cuál este proyecto donde se ha escogido una vivienda, seleccionando los elementos constructivos que conforman el edificio y estudiar la instalación HVAC cumpliendo la normativa establecida por el CTE y RITE para una zona climática B de España, los cambios que supondría al tener que construir esta misma vivienda en una zona climática E, donde las condiciones climáticas son más extremas.

El objetivo de este apartado consiste en ver las diferencias que habría entre ambas viviendas tanto en lo constructivo como en lo económico, realizando un estudio económico estimado.

17.1. DATOS DE EMPLAZAMIENTO

Para este caso, se ha escogido como ubicación de la vivienda la provincia de León a una altitud de 838 m siendo esta una Zona climática E1.



Ilustración 151: Datos del Emplazamiento. CYPETHERM HE Plus

A continuación, se muestra la gráfica sobre las condiciones exteriores de temperatura durante el año de esta Zona E1.

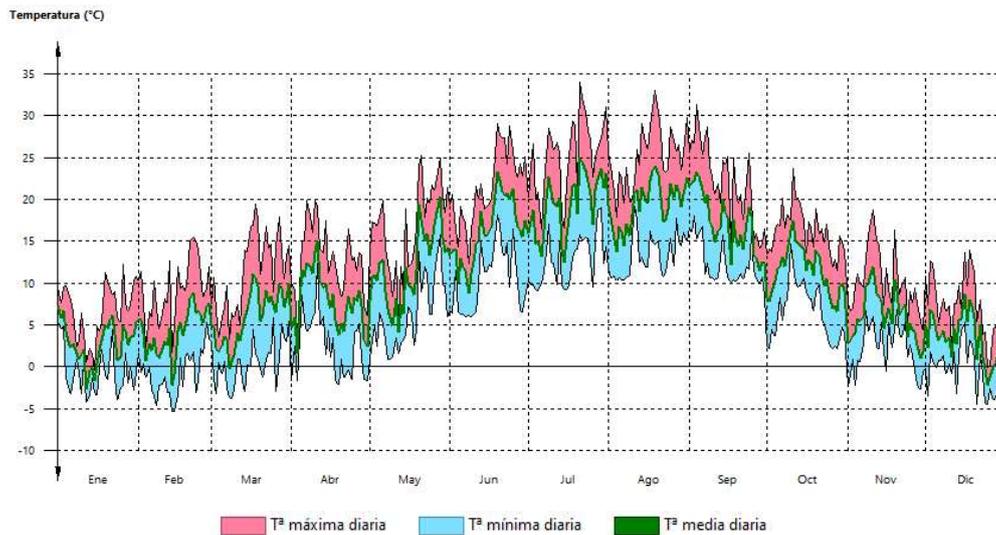


Ilustración 152: Temperaturas exteriores del emplazamiento. CYPETHERM HE Plus

A diferencia con el caso de Santa Pola (Zona climática B4) se puede observar que la temperatura media diaria exterior tiene una temperatura por debajo de la temperatura de confort (alrededor a los 24 °C) durante prácticamente todo el año. Por tanto, el uso de la carga térmica de calefacción va a ser mayor a la carga de refrigeración.

17.2. COMPROBACIÓN NORMATIVA CON ENVOLVENTE CASO ZONA B

Antes de realizar cambios en la envolvente de la vivienda para la zona E, comprobamos si son válidos los elementos constructivos correspondientes a la zona B. Para ello, utilizamos como se ha hecho en los apartados anteriores la herramienta CYPETHERM HE Plus para obtener los resultados de cumplimiento de la normativa del CTE.

Los elementos constructivos utilizados para el caso de la Zona B están descritos en el apartado 10.3. *ENVOLVENTE TÉRMICA Y PUENTES TÉRMICOS* y las instalaciones HVAC de la vivienda corresponden al Modelo Base del que se parte en el estudio energético del proyecto, es decir, las instalaciones en cuestión que se utilizarán para este Apartado 17 es la siguiente:

- Instalación de Aire Acondicionado, mediante un equipo compacto por cada zona determinada.
- Instalación de Ventilación y calidad del aire del edificio, se realiza a través de un recuperador de calor.
- Instalación de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS), se realiza mediante un equipo de Aerotermia el cuál abastece tanto al circuito de la instalación de calefacción por suelo radiante como la acumulación de agua para el Agua Caliente Sanitaria necesaria en la vivienda.

Tras introducir estos datos en CYPETHERM HE Plus se realiza la simulación para la comprobación de cumplimiento de la normativa obteniendo los siguientes resultados:

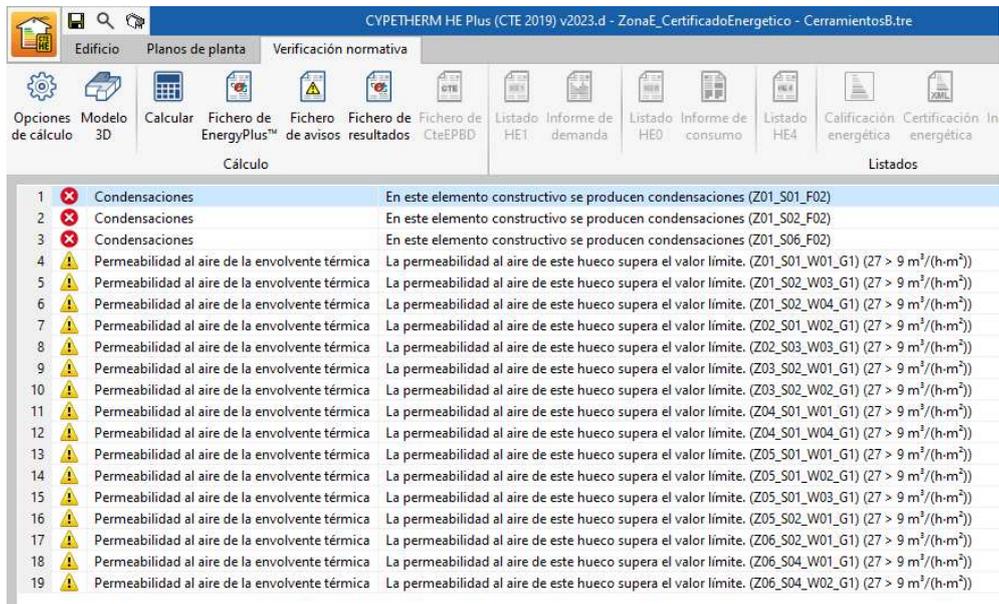


Ilustración 153: Resultados Zona E con envolvente térmica de Zona B. CYPETHERM HE Plus

Al ver estos resultados se puede ver que debido a las condiciones climáticas en la Zona E según en qué zonas se pueden producir condensaciones en las fachadas, esto confirma que los materiales utilizados para la construcción de la vivienda tienen que ser distintas y acorde según a cada zona climática. En el catálogo de CYPETHERM HE Plus para la introducción de los elementos constructivos ya nos indica distintas soluciones correspondientes a la zona climática indicada.

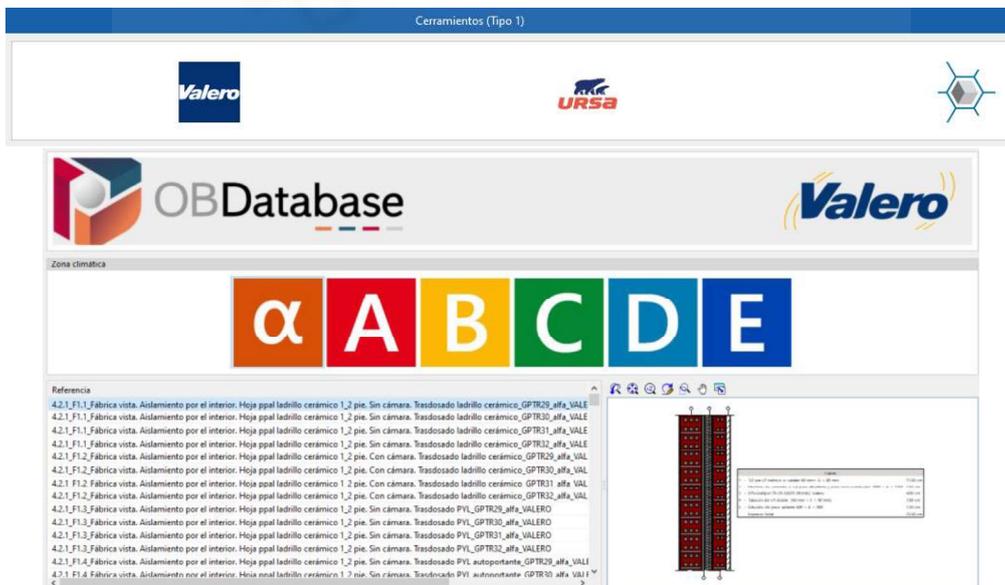


Ilustración 154: Cerramientos según zona climática de grupo Valero. CYPETHERM HE Plus

Por otro lado, está el error sobre la permeabilidad al aire de los huecos, donde al tratarse de la comprobación de la envolvente térmica del caso anterior (Zona B) en León (Zona E) ésta es de $27 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ y no de $9 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ que es la indicada por la normativa del CTE para la Zona climática E.

17.3. ENVOLVENTE TÉRMICA PARA CUMPLIMIENTO NORMATIVA

Siguiendo el mismo proceso que en el caso de la envolvente para el caso principal del proyecto, es decir, en el emplazamiento de Santa Pola (Zona climática B) que se explica en el apartado 10.3. *ENVOLVENTE TÉRMICA Y PUENTES TÉRMICOS*, las formas constructivas para esta Zona climática E han sido basadas en las facilitadas por el programa CYPETHERM HE Plus pertenecientes al Grupo Valero y la zona climática realizando algunos ajustes hasta cumplir con la normativa del CTE DB HE1. Definiendo así los elementos constructivos de todos los cerramientos, suelo y forjados que conforman el edificio, así como las puertas, huecos acristalados y cálculo de los puentes térmicos del edificio.

17.3.1. Cerramientos

- Fachada exterior

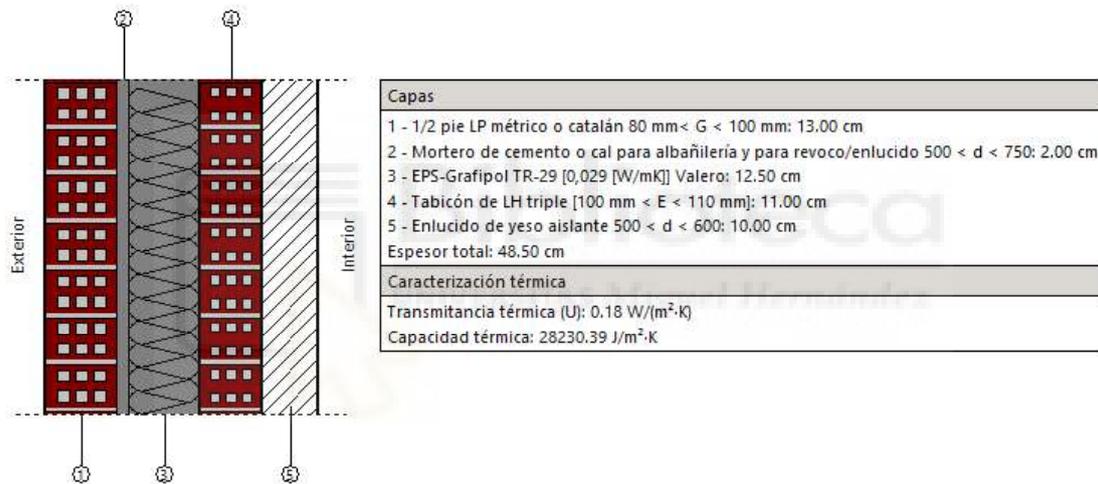


Ilustración 155: Capas de la Fachada exterior Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

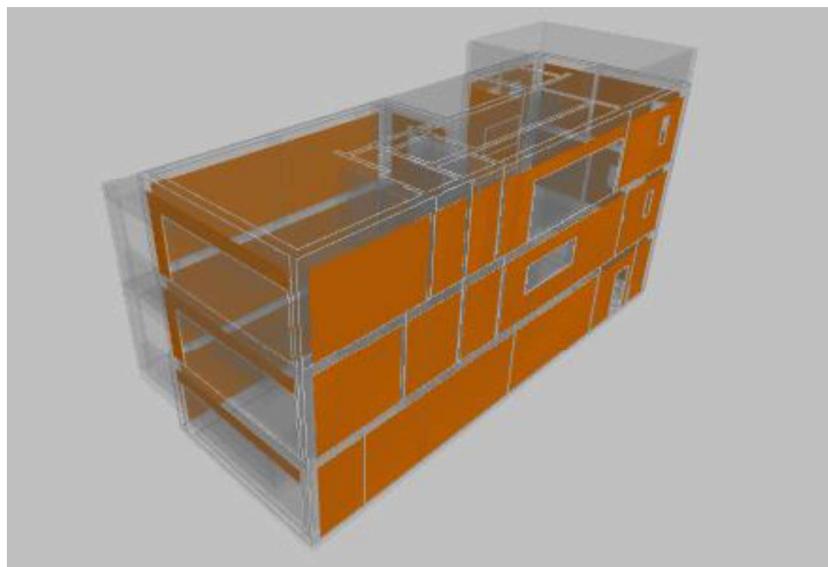


Ilustración 156: Situación del Cerramiento Fachada exterior en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

17.3.2. Tabiquería

- Tabique para compartimentación interior

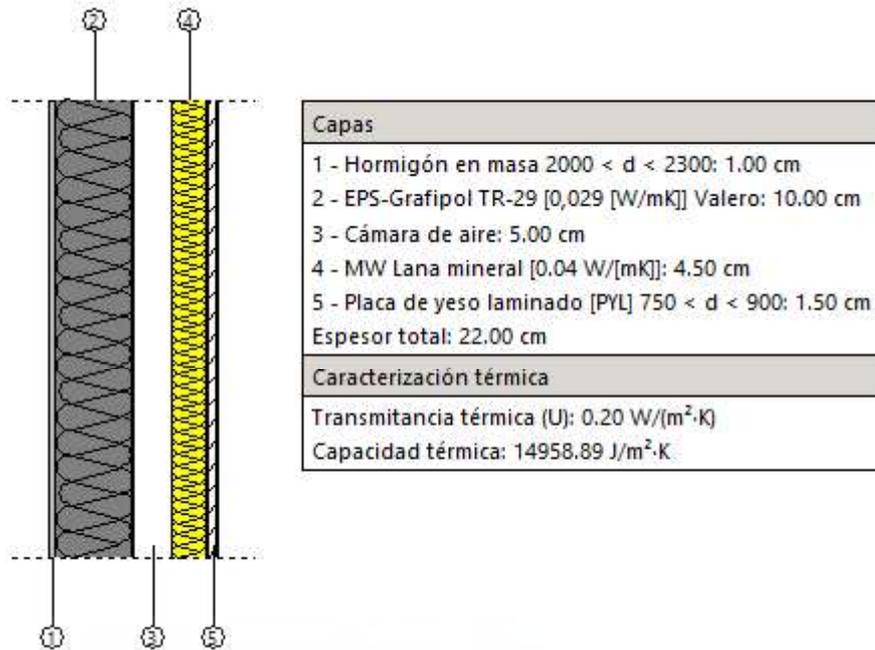


Ilustración 157: Capas de la Tabiquería Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

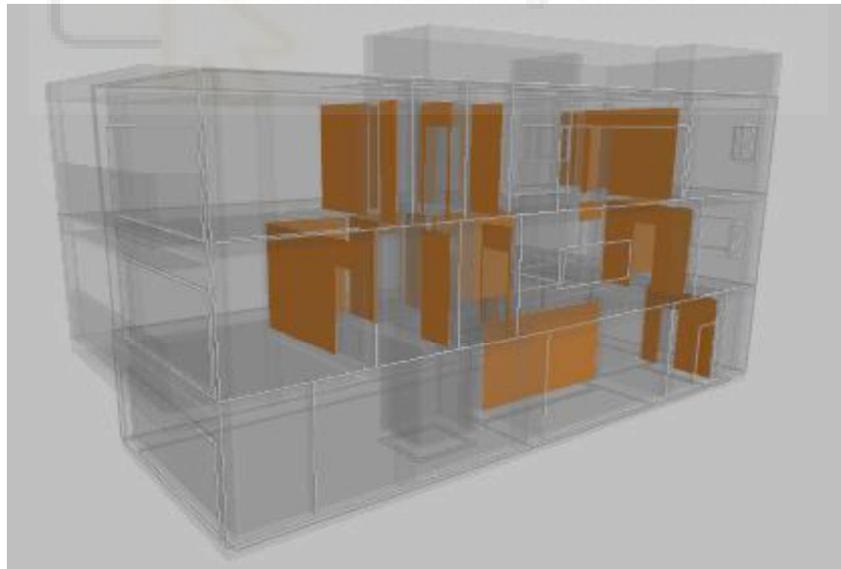
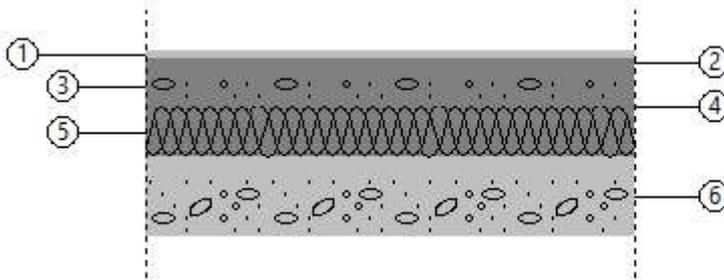


Ilustración 158: Situación de la Tabiquería en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

17.3.3. Soleras y Forjados

- Solera



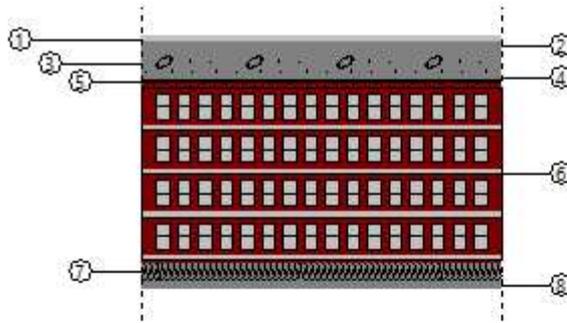
Capas
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700: 1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450: 5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]: 0.10 cm
5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero: 6.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500: 10.00 cm
Espesor total: 23.10 cm
Caracterización térmica
Resistencia térmica: 2.14 (m ² ·K)/W

Ilustración 159: Capas de la Solera Zona climática E. CYPETHERM HE Plus



Ilustración 160: Situación de la Solera en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

- Forjado entre pisos



Capas
1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700: 1.00 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.00 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450: 5.00 cm
4 - Polietileno baja densidad [LDPE]: 0.10 cm
5 - EPS-Grafirol Termoimpact [0.030 [W/mK]] Valero: 1.00 cm
6 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm: 30.00 cm
7 - EPS-Grafirol TR-32 [0.032 [W/mK]] Valero: 3.00 cm
8 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1.50 cm
Espesor total: 42.60 cm
Caracterización térmica
Forjado superior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.48 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.51 W/(m ² ·K)
Forjado inferior
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.51 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.48 W/(m ² ·K)
Forjado inferior expuesto a la intemperie
Coefficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.53 W/(m ² ·K)
Coefficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.51 W/(m ² ·K)
Capacidad térmica: 85751.96 J/m ² ·K

Ilustración 161: Capas de la Forjado entre pisos Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

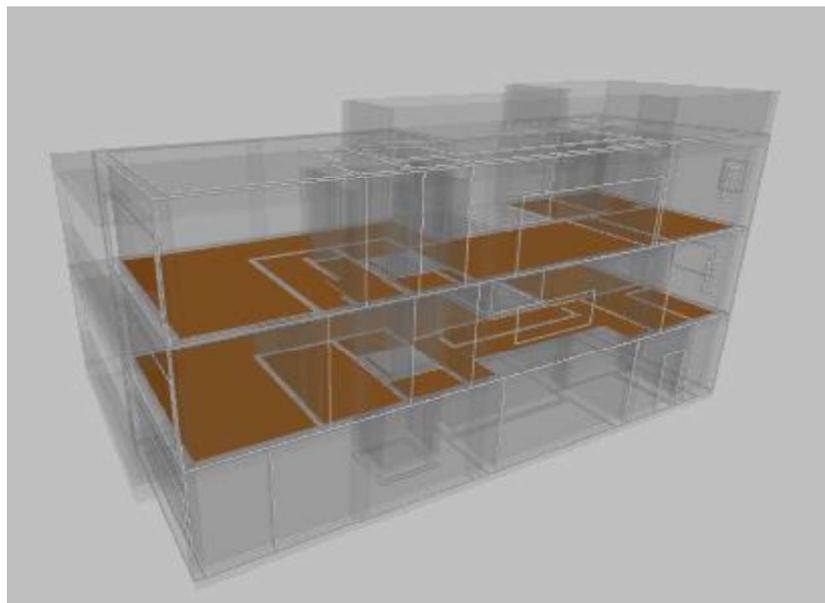
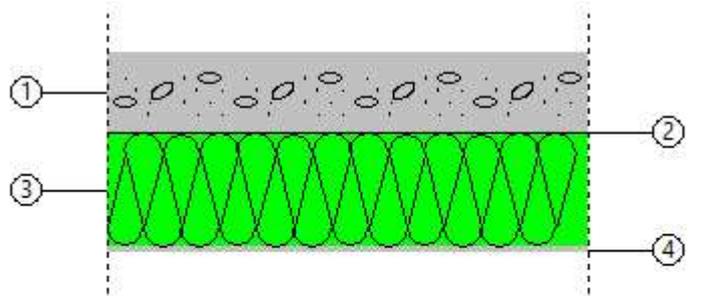


Ilustración 162: Situación del Forjado entre pisos en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

17.3.4. Cubiertas

- **Azotea Planta Cubierta y Cubiertas de extensión Planta Baja y Patio interior**



Capas	
1 - Arena y grava [1700 < d < 2200]:	10.00 cm
2 - Betón fieltro o lámina:	0.40 cm
3 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero:	14.00 cm
4 - Acero Inoxidable:	0.70 cm
Espesor total: 25.10 cm	
Caracterización térmica	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.21 W/(m ² ·K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.22 W/(m ² ·K)	
Capacidad térmica: 131155.49 J/m ² ·K	

Ilustración 163: Capas de todas las Cubiertas de la Vivienda Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

En este caso tanto la Azotea como las cubiertas de la extensión en Planta Baja y Patio interior, es decir, todas las cubiertas de la vivienda están constituidas por los mismos elementos constructivos y espesores.

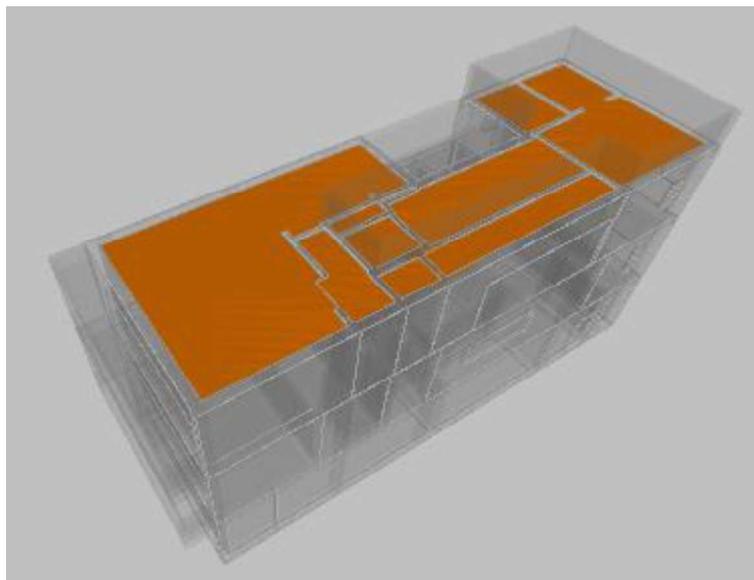


Ilustración 164: Situación de la Azotea de la Planta Cubierta en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

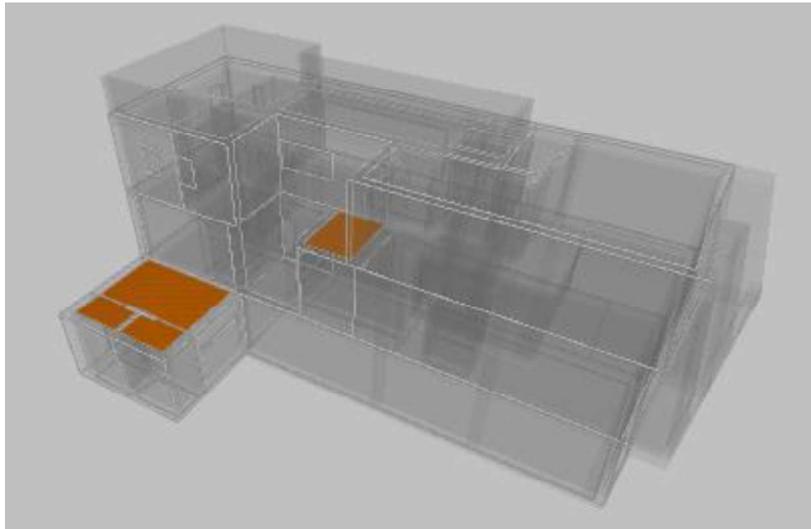


Ilustración 165: Situación de Cubiertas Extensión Planta Baja y Patio Interior en la vivienda. CYPETHERM HE Plus

17.3.5. Puertas opacas

- **Puerta exterior**

En cuanto a las puertas exteriores opacas, solamente se dispone de una puerta exterior correspondiente a la puerta de la entrada principal.

El material escogido para esta puerta es la madera, material el cual tiene una conductividad de 0,13 W/mK. Teniendo en cuenta esto y las condiciones de espesor y color (claro) definidos. Las características de la puerta principal son las siguientes:

Transmitancia térmica (U)	1.63	W/(m ² ·K)
Coefficiente de absorción	0.40	

Ilustración 166: Parámetros de la Puerta exterior opaca Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

En cuanto a sus dimensiones se trata de una puerta de 200x95 cm. Siendo así la misma puerta escogida para la Zona climática B.

- **Puertas interiores**

Como se ha comentado en el apartado para el caso principal del proyecto (Zona Climática B), estas puertas no interfieren en la envolvente térmica por lo tanto no tienen influencia en el resultado, pero sí que se exige la introducción de sus parámetros para el cálculo del software de CYPETHERM HE Plus al haber sido introducidas dichas puertas en el archivo de la modelación de la vivienda en IFC Builder. Además, al igual que en la puerta exterior se ha escogido las mismas puertas interiores para este caso.

Por ello, para estas puertas interiores opacas se ha escogido al igual que en la exterior como material la madera (conductividad = 0,13 W/mK) y el color claro. Por otro lado, la condición del espesor difiere a la puerta exterior obteniendo así las siguientes características:

Transmitancia térmica (U)	2.60	W/(m ² ·K)
Coefficiente de absorción	0.40	

Ilustración 167: Parámetros de las Puertas Interiores opacas Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

En cuanto a las dimensiones de las puertas interiores, estas tienen una altura de 200 cm por una anchura cuyo rango de dimensiones comprende entre 70-115 cm.

17.3.6. Huecos acristalados

Siguiendo el mismo criterio que en el caso de la Zona climática B, en este edificio se han definido dos grupos principales de huecos acristalados, por un lado, las ventanas y por otro lado las cristaleras, las cuales estas últimas dan acceso a la parte externa de la vivienda. Pero en este caso, el tipo de ventana y puerta acristalada sí debe ser ajustados a las nuevas condiciones climáticas exigidas por la normativa.

- **Ventanas**

Todas las ventanas que se han definido en el edificio tienen las mismas características de fracción acristalada, de fracción opaca, elementos de sombra y altura, diferenciándose únicamente de las anchuras. Se tiene un rango de anchuras de 70-275 cm, estas medidas se han obtenido midiendo las longitudes de las mismas desde el plano.

Permeabilidad al aire	9 m ³ /(h×m ²)
Altura	1 m
FRACCIÓN ACRISTALADA	
Marca Vidrio	Saint Gobain
Tipo	Doble acristalamiento Baja emisividad 6/Argon 14/6
Transmitancia térmica	1,1 W/(m ² ×K)
Factor Solar	0,61
FRACCIÓN OPACA (CARPINTERIA)	
Marca Marco de ventana	Rehau Synego
Tipo	PVC Con rotura de puente térmico
Transmitancia térmica	0,94 W/(m ² ×K)
Fracción opaca del hueco	20%
Absortividad	0,40

Tabla 11: Características Ventanas Zona climática E

Además, en este caso a las ventanas del edificio también se les ha añadido unos elementos de sombra mejorando así la envolvente térmica.

<input checked="" type="checkbox"/> Voladizo (proyección horizontal):	
Profundidad de la proyección del voladizo (PH)	<input type="text" value="0.300"/> m
Distancia al borde superior del hueco (RH)	<input type="text" value="0.050"/> m
Ángulo	<input type="text" value="0.0"/> grados
<input checked="" type="checkbox"/> Lateral izquierdo (proyección vertical)	
Profundidad de la proyección del lateral (PV)	<input type="text" value="0.300"/> m
Distancia al borde lateral del hueco (RW)	<input type="text" value="0.050"/> m
<input checked="" type="checkbox"/> Lateral derecho (proyección vertical)	
Profundidad de la proyección del lateral (PV)	<input type="text" value="0.300"/> m
Distancia al borde lateral del hueco (RW)	<input type="text" value="0.050"/> m

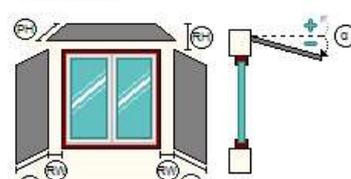


Ilustración 168: Elementos de sombra en Ventanas Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

- **Puertas Acristaladas**

Se trata de Puertas mayormente acristaladas que dan acceso ya sea a balcones de la vivienda o al patio trasero exterior, por tanto, tiene una influencia en el comportamiento de la envolvente térmica.

Estas cristaleras están repartidas en las tres plantas que constituyen el edificio (Planta Baja, Planta Primera y Planta Segunda), las cuales todas tienen las mismas características de fracción acristalada, de fracción opaca, elementos de sombra y altura, diferenciándose únicamente de las anchuras. El rango de anchuras de estas puertas acristaladas está comprendido de 220-565 cm, al igual que las ventanas son longitudes medidas sobre el plano.

Permeabilidad al aire	9 m ³ /(h×m ²)
Altura	2 m
FRACCIÓN ACRIALADA	
Marca Vidrio	Saint Gobain
Tipo	Doble acristalamiento Baja emisividad 6/Argón 14/6
Transmitancia térmica	1,10 W/(m ² ×K)
Factor Solar	0,61

FRACCIÓN OPACA (CARPINTERIA)	
Marca Marco de ventana	Rehau Synego
Tipo	PVC Con rotura de puente térmico
Transmitancia térmica	1,13 W/(m ² ×K)
Fracción opaca del hueco	20%
Absortividad	0,40

Tabla 12: Características Puertas Acristaladas Zona climática E

Para este caso, dado que se trata de una zona fría, los elementos de sombra tanto de las puertas cristaleras como de las ventanas que se han definido en el caso anterior no son necesarios ya que interesa tener la mayor exposición al sol y aprovechar la energía solar que aportaría al interior de la vivienda.

17.3.7. Puentes Térmicos

Aristas	548
Útiles	161
Borradas	-
Recuperadas	-
Modificados	-
Puentes térmicos de pilar considerados	35

Ilustración 169: Elementos encontrados para el cálculo Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

17.4. VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite de transmitancia térmica descrito en la tabla 3.1.1.a del DB HE1. 

Demanda energética anual por superficie útil

Según el apartado 3.1.1.6 de CTE DB HE 1, alternativamente, los edificios o, cuando se trate de intervenciones parciales en edificios existentes, las partes de los mismos sobre las que se intervenga, cuyas demandas de calefacción y refrigeración sean menores, en ambos casos, de 15 kWh/m², podrán excluirse del cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

$D_{cal,edificio} = 15.1 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{cal,lim} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ 

donde:

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

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

$D_{ref,edificio} = 2.43 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{ref,lim} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ 

donde:

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

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

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

$K = 0.37 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \leq K_{lim} = 0.45 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

donde:

K: Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

Ilustración 170: Informe HE1: Demanda energética anual por superficie Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

1.1.2. Control solar de la envolvente térmica

$q_{sol,tul} = 0.79 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{sol,tul,lim} = 2.00 \text{ kWh/m}^2$ 

donde:

$q_{sol,tul}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

$q_{sol,tul,lim}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

$n_{50} = 3.851 \text{ h}^{-1} \leq n_{50,lim} = 6.000 \text{ h}^{-1}$ 

donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

$n_{50,lim}$: Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

1.2. Limitación de descompensaciones

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1. 

1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

Limitación de condensaciones: en la envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales que puedan producir una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. 

Ilustración 171: Informe HE1: Ctrl. solar, Permeabilidad y Limitaciones Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

En el ANEXO II se dispondrá del informe completo de los resultados de la verificación de la normativa del CTE DB HE1 generado por el programa.

17.5. DEMANDA ENERGÉTICA EN ZONA CLIMÁTICA E

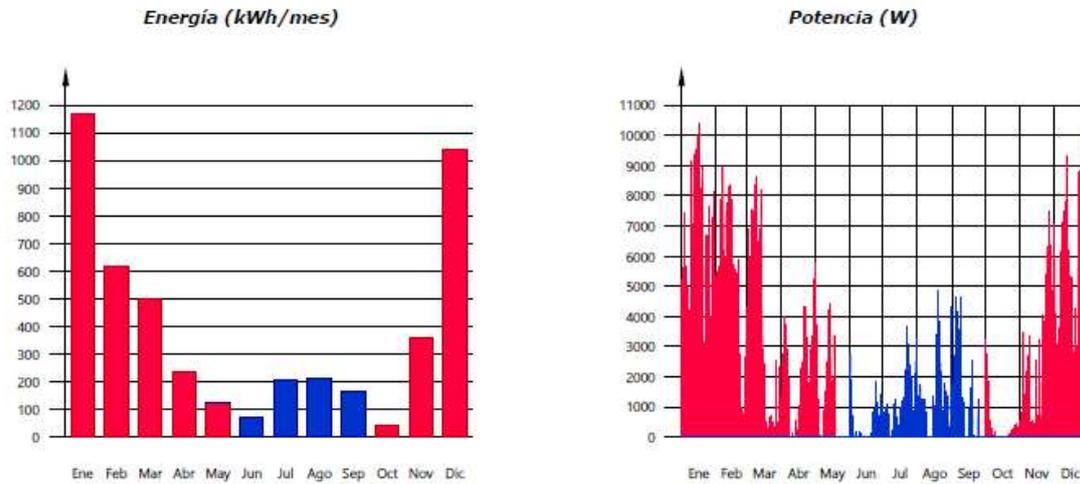


Ilustración 172: Gráficas Demanda de Energía y Potencia de la vivienda Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

Como se puede observar, a diferencia del caso principal de estudio y como es de esperar la demanda energética que predomina en este caso es la de calefacción tanto en duración como en valor, necesitando en los meses de enero y diciembre una mayor potencia de calefacción y con unos niveles muy por encima del resto del año. Esta demanda se debe a que la temperatura exterior de estos meses es mucho menor respecto a la temperatura de confort (21°C en invierno y 25°C en verano). Sin embargo, en los demás meses, sobre todo en los correspondiente a los meses de verano (de junio a septiembre), la diferencia de temperatura entre la exterior y la de confort es pequeña.

Para realizar un análisis más profundo, se puede recurrir a la gráfica general del documento donde se desglosa el balance energético del edificio. Separando las pérdidas y ganancias de energía.

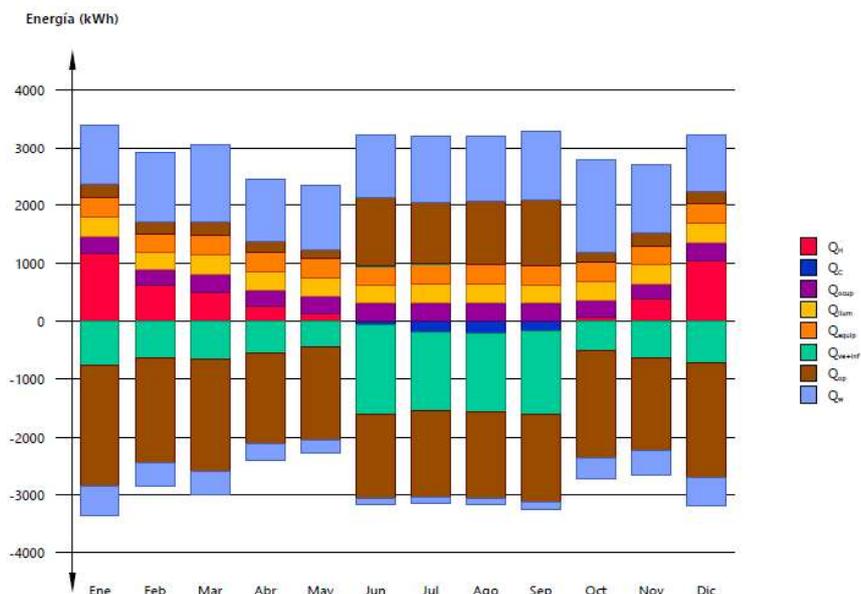


Ilustración 173: Balance energético de la vivienda Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Balance energético anual del edificio.														
Q_{sp}	218.9	222.8	242.1	194.1	142.9	1186.9	1046.8	1092.2	1140.5	175.1	236.2	217.0	-14376.39	-53.11
Q_w	-2104.5	-1818.9	-1943.5	-1543.8	-1594.2	-1470.8	-1510.1	-1494.0	-1530.0	-1875.5	-1615.5	-1991.5	10445.91	38.59
Q_{ve+inf}	0.0	0.1	0.2	0.1	0.7	9.8	24.1	14.5	6.2	0.2	0.1	0.0	-10526.58	-38.89
Q_{equip}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{ilum}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{ocup}	299.4	274.9	305.2	297.0	299.4	297.0	305.2	299.4	302.9	299.4	291.2	311.0	3582.00	13.23
Q_H	1167.0	618.6	500.6	235.3	123.2	--	--	--	--	41.7	358.2	1041.9	4086.43	15.10
Q_c	--	--	--	--	-0.4	-70.2	-209.0	-211.3	-168.0	--	--	--	-658.90	-2.43
Q_{HC}	1167.0	618.6	500.6	235.3	123.5	70.2	209.0	211.3	168.0	41.7	358.2	1041.9	4745.33	17.53

donde:

- Q_{sp} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{ilum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.
- Q_c : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

Ilustración 174: Resumen numérico del balance energético Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

Así, se puede apreciar de manera rápida como la energía necesaria de calefacción o refrigeración compensa las pérdidas o ganancias producidas en la zona climatizada de la vivienda.

Además, en este informe se puede ver una tabla resumen de la demanda energética de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{net} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	1351.88	12.49	70.06
Zona 2 - P1	42.81	241.88	5.65	72.15
Zona 3 - P1	19.59	422.22	21.55	3.04
Zona 4 - P2	40.04	718.04	17.93	59.41
Zona 5 - P2	22.61	920.81	40.72	14.32
Zona 0 - Habitable	37.40	431.59	11.54	439.92
	270.70	4086.43	15.10	658.90
				2.43

donde:

- S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².
- D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.
- D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

Ilustración 175: Resumen Demanda energ. Calefacción y Refrigeración Zona climática E. CYPETHERM HE Plus

También, en el ANEXO II también se dispondrá del informe completo de la Demanda Energética generado por el programa.

17.6. COMPARACIÓN ECONÓMICA DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

En este apartado se realiza una estimación económica de los elementos constructivos de la envolvente térmica que han sido necesarios para cumplir con la normativa correspondiente al CTE DB HE1 tanto para el caso donde la vivienda sería construida en Santa Pola (Zona climática B) como en el caso donde la vivienda sería construida en León (Zona climática E).

Se trata de un estudio estimativo y superficial, por lo cual, esta comparación se ha realizado sobre los aislamientos que han sido necesarios tanto para cada caso ya que es el material más costoso y donde sus espesores pueden variar significativamente obteniendo así una mayor diferencia en los costes. Además, también se ha tenido en cuenta el tipo de acristalamiento que ha sido necesario para el cumplimiento de la normativa, siendo distinto en cada zona climática.

Para ello, se ha utilizado el listado de descripción de materiales y elementos constructivos que proporciona CYPETHERM HE Plus dando datos de superficie, y espesores totales que hay de cada uno de los materiales que constituyen la vivienda. Por otro lado, los valores de los costes de estos materiales han sido obtenidos a partir del generador de precios de CYPE. El generador de precios de CYPE a parte de indicar el coste del material en particular, también tiene en cuenta el material adicional para su aplicación, mano de obra y maquinaria necesaria.

17.6.1. Materiales Zona Climática B

RESUMEN PARTIDAS						
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Importe unit.	Importe Total	
1. Aislamientos						
NAF010	m ²	EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 70 mm de Espesor	323,04	23,51 €	7.594,67 €	
		Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO" , de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 70 mm de espesor , resistencia térmica 2,4 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK). Colocación en obra:				
NAF010	m ²	EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 40 mm de Espesor	157,61	18,77 €	2.958,34 €	
		Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO" , de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor , resistencia térmica 1,4 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.				

NAM030	m ²	EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 40 mm de Espesor	157,03	12,87 €	2.020,98 €
<p>Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,33 m²K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.</p>					
NAM030	m ²	EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 30 mm de Espesor	116,01	11,11 €	1.288,87 €
<p>Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 1 m²K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.</p>					
NAB030	m ²	EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero de 80 mm de Espesor	105,47	27,55 €	2.905,70 €
<p>Aislamiento térmico por el exterior de muros en contacto con el terreno, formado por panel rígido de poliestireno expandido hidrófobo EPSH, Donpol Verde "VALERO", de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,5 m²K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), colocado a tope y fijado con adhesivo cementoso sobre el trasdós del muro, preparado para recibir el relleno con material de drenaje. Incluso perfil de chapa curvada, para remate y protección de los bordes de los paneles de aislamiento térmico.</p>					
NAF020	m ²	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] de 45 mm de Espesor	157,61	8,59 €	1.353,87 €
<p>Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica para revestir, con panel flexible de lana de vidrio, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de 45 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con pelladas de adhesivo cementoso. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.</p>					

Total aislamientos

18.122,43 €

2. Acristalamiento

LVC030	m ²	Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 4/10 aire/4 "SAINT GOBAIN"	52,65	71,33	3.755,52 €
<p>Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 4/10 aire/4 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANITHERM XN de 4 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, y vidrio interior PLANICLEAR de 4 mm de espesor; 18 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuíado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.</p>					

Total Acristalamiento

3.755,52 €

17.6.2. Materiales Zona Climática E

RESUMEN PARTIDAS					
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Importe unit.	Importe Total
1. Aislamientos					
NAF010	m ²	EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 125 mm de Espesor	323,04	32,99 €	10.657,09 €
		Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO" , de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 125 mm de espesor, resistencia térmica 4,31 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.			
NAF010	m ²	EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 100 mm de Espesor	157,61	28,24 €	4.450,91 €
		Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO" , de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, resistencia térmica 3,45 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK).			
NAF010	m ²	EPS-Grafipol TR-30 [0,030 [W/mK]] Valero de 60 mm de Espesor	157,03	17,80 €	2.795,13 €
		Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-30 SE "VALERO" , de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 2 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.			
NAM030	m ²	EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 60 mm de Espesor	116,01	16,59 €	1.924,61 €
		Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO" , según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor , resistencia térmica 2,00 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.			
NAM030	m ²	EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 10 mm de Espesor	157,03	7,93 €	1.245,25 €
		Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO" , según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 10 mm de espesor , resistencia térmica 0,35 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.			

NAB030	m ²	EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero de 140 mm de Espesor	105,47	43,67 €	4.605,87 €
--------	----------------	---	--------	---------	------------

Aislamiento térmico por el exterior de muros en contacto con el terreno, formado por panel rígido de poliestireno expandido hidrófobo EPSH, **Donpol Verde "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de **140 mm de espesor**, resistencia térmica 4,4 m²K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), colocado a tope y fijado con adhesivo cementoso sobre el trasdós del muro, preparado para recibir el relleno con material de drenaje. Incluso perfil de chapa curvada, para remate y protección de los bordes de los paneles de aislamiento térmico.

NAF020	m ²	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] de 45 mm de Espesor	157,61	8,59 €	1.353,87 €
--------	----------------	---	--------	--------	------------

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica para revestir, con panel flexible de **lana de vidrio**, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de **45 mm de espesor**, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con pelladas de adhesivo cementoso. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Total aislamientos **27.032,73 €**

2. Acristalamiento

LVC030	m ²	Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 6/14 argón 90%/6 "SAINT GOBAIN"	52,65	96,57 €	5.084,41 €
--------	----------------	--	-------	---------	------------

Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 6/14 argón 90%/6 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANITHERM XN de 6 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 14 mm, rellena de gas argón y vidrio interior PLANICLEAR de 6 mm de espesor; 26 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.

Total Acristalamiento **5.084,41 €**

17.6.3. Resumen Estimación Económica

ZONA CLIMÁTICA B				
Materiales	Espesor (cm)	Cantidad (m2)	Precio unit.	Precio Total
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	7,00	323,04	23,51 €	7.594,67 €
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	4,00	157,61	18,77 €	2.958,34 €
EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	4,00	157,03	12,87 €	2.020,98 €
EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	3,00	116,01	11,11 €	1.288,87 €
EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	8,00	105,47	27,55 €	2.905,70 €
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4,50	157,61	8,59 €	1.353,87 €
Coste Aislamiento				18.122,43 €
Doble acristalamiento 4/10 aire/4 "SAINT GOBAIN"		52,65	71,33 €	3.755,52 €
Coste Acristalamiento				3.755,52 €
Coste Total				21.877,95 €

Tabla 13: Resumen de costes de materiales Zona climática B

ZONA CLIMÁTICA E				
Materiales	Espesor (cm)	Cantidad (m2)	Precio unit.	Precio Total
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	12,50	323,04	32,99	10.657,09 €
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	10,00	157,61	28,24	4.450,91 €
EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	3,00	157,03	17,80	2.795,13 €
EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	6,00	116,01	16,59	1.924,61 €
EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1,00	157,03	7,93	1.245,25 €
EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	14,00	105,47	43,67	4.605,87 €
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4,50	157,61	8,59	1.353,87 €
Coste Aislamiento				27.032,73 €
Doble acristalam. 6/14 argón 90%/6 "SAINT GOBAIN"		52,65	96,57	5.084,41 €
Coste Acristalamiento				5.084,41 €
Coste Total				32.117,14 €

Tabla 14: Resumen de costes de materiales Zona climática E

En el ANEXO V estará la relación de los costes completos de los materiales constructivos utilizados para la estimación económica obtenidos del generador de precios de CYPE

18. BIBLIOGRAFÍA

E.Jaurilaritzaren, El petróleo y la energía en la economía.

https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/estudios_publicaciones_dep/es_publica/adjuntos/petroleo_y_energia.pdf

A.Cuchí,P.Sweatman, "Informe GTR 2014. Estrategia para la rehabilitación",

<https://gbce.es/archivos/ckfinderfiles/GTR/Informe%20GTR%202014.pdf>

Agencia Internacional de la Energía (IEA)

<https://www.iea.org/topics/buildings>

<https://www.iea.org/countries/spain>

<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-efficiency-indicators-data-explorer>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)

<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/solar-fotovoltaica>

Código Técnico de la Edificación (CTE)

<https://www.codigotecnico.org/QueEsCTE/Historia.html>

<https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html>

<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>

<https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/aeroterminia/aeroterminia-acs-calefaccion-todo-lo-que-debes-saber-infografia.html>

<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-aeroterminia-y-bombas-de-calor>

Catálogos

<https://www.grupovalero.com/>

<https://www.isover.es/>

<https://www.rehau.com/es-es/profesionales/carpinteria-y-cerramientos-de-pvc/perfiles-pvc-para-ventanas/ventanas-synego>

https://www.sodeca.com/upload/imgCatalogos/ES/SODECA_CT05_SOLUCIONES_EFICIENTES_CON_RECUPERADORES_DE_CALOR_ES.pdf

<https://static.eseficiencia.es/media/2020/11/20201103-mitsubishi-electric-ecodan.pdf>

<https://www.airzone.es/blog/climatizacion/que-son-los-sistemas-vrv-de-climatizacion/>

ANEXO I

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS



MODELO BASE

- Equipos compactos (PTAC) por zonas
- Suelo Radiante
- Recuperador de Calor
- ACS



Calificación energética del edificio

Zona climática	B4	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN	ACS		
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	B	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	3.91		0.72	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	-
	2.75		-	

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	7.84	2122.73
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.62	167.93

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		
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
	22.33		4.25	
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	-
	16.21		-	

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
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

MEJORA 1

- Equipos compactos (PTAC) por zonas
- Suelo Radiante
- Recuperador de Calor
- ACS
- Instalación Fotovoltaica



Calificación energética del edificio

Zona climática	B4	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	1.36	0.16
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0.63	-

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	1.78	481.17
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.62	167.97

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
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	7.32	0.96
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	3.69	-

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
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

MEJORA 2

- Equipos Toshiba 1x1 de conductos por zonas
- Suelo Radiante
- Recuperador de Calor
- ACS



Calificación energética del edificio

Zona climática	B4	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0.9	0.72
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	1.34	-

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3.81	1032.34
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.24	64.54

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
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
	5.06	4.25
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]
	7.9	-

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
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

MEJORA 3

- Equipos Toshiba 1x1 de conductos por zonas
- Suelo Radiante
- Recuperador de Calor
- ACS
- Instalación Fotovoltaica



Calificación energética del edificio

Zona climática	B4	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
<p>Emisiones globales [kgCO₂/m²·año]¹</p>	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año] 0.24	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año] 0
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año] 0	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año] -

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	0.00	0.00
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.24	64.70

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
<p>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹</p>	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año] 1.13	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año] 0
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año] 0	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año] -

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
<p>Demanda de calefacción [kWh/m²·año]</p>	<p>Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]</p>

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

MEJORA 4

- Sistema VRV con equipos de conductos por zonas
- Recuperador de Calor
- ACS



Calificación energética del edificio

Zona climática	B4	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
<p>Emisiones globales [kgCO₂/m²·año]¹</p>	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año] 0.8	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año] 0.72
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año] 1.3	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año] -

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3.62	980.15
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.29	78.56

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
<p>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹</p>	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año] 4.4	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año] 4.25
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año] 7.66	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año] -

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
<p>Demanda de calefacción [kWh/m²·año]</p>	<p>Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]</p>

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

MEJORA 5

- Sistema VRV con equipos de conductos por zonas
- Recuperador de Calor
- ACS
- Instalación Fotovoltaica



Calificación energética del edificio

Zona climática	B4	Uso	Residencial privado
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
<p>Emisiones globales [kgCO₂/m²·año]¹</p>	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año] 0.29	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año] 0
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año] 0	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año] -

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	0.00	0.00
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.29	78.50

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
<p>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹</p>	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año] 1.37	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año] 0
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año] 0	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año] -

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
<p>Demanda de calefacción [kWh/m²·año]</p>	<p>Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]</p>

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO II

INFORMES CYPETHERM HE PLUS (NORMATIVA)



ZONA CLIMÁTICA B



DEMANDA ENERGÉTICA B



Demanda energética



ÍNDICE

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	3
2. RESULTADOS MENSUALES.....	3
2.1. Balance energético anual del edificio.....	3
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....	4
2.3. Evolución de la temperatura.....	4
2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....	7
3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	9
3.1. Agrupaciones de recintos.....	9



Demanda energética

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)	D_{cal} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Zona 4 - P2	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Zona 5 - P2	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

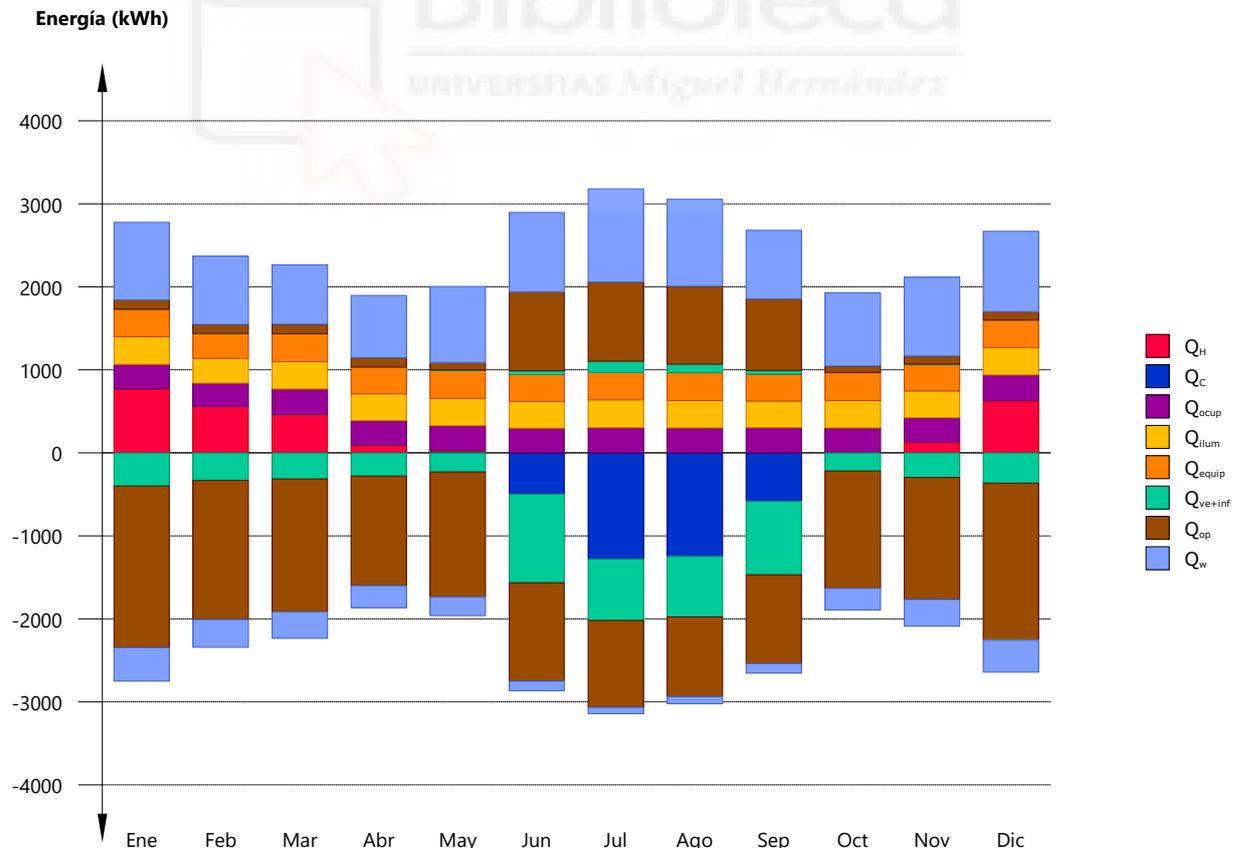
D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

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

2. RESULTADOS MENSUALES.

2.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada

Demanda energética

una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	Año (kWh/m ² -año)
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	109.0	107.0	113.9	111.4	87.0	952.4	954.0	941.5	861.2	74.6	96.8	99.8	-12577.27	-46.46
Q_w	935.8	821.7	715.2	748.5	913.8	957.4	1121.4	1043.7	824.6	882.5	949.6	967.5	7968.48	29.44
Q_{ve+inf}	0.2	0.9	2.9	2.5	9.3	46.9	133.9	103.5	47.1	5.4	1.3	0.3	-5497.26	-20.31
Q_{equip}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{illum}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{ocup}	299.4	274.9	305.2	297.0	299.4	297.0	305.2	299.4	302.9	299.4	291.2	311.0	3582.00	13.23
Q_H	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.74	9.87
Q_C	--	--	--	--	-0.2	-496.7	-1278.5	-1245.3	-585.2	--	--	--	-3605.80	-13.32
Q_{HC}	767.5	563.1	463.2	93.2	27.6	496.7	1278.5	1245.3	585.2	0.0	132.6	625.6	6278.54	23.19

donde:

Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²-año.

Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²-año.

Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²-año.

Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²-año.

Q_{illum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²-año.

Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²-año.

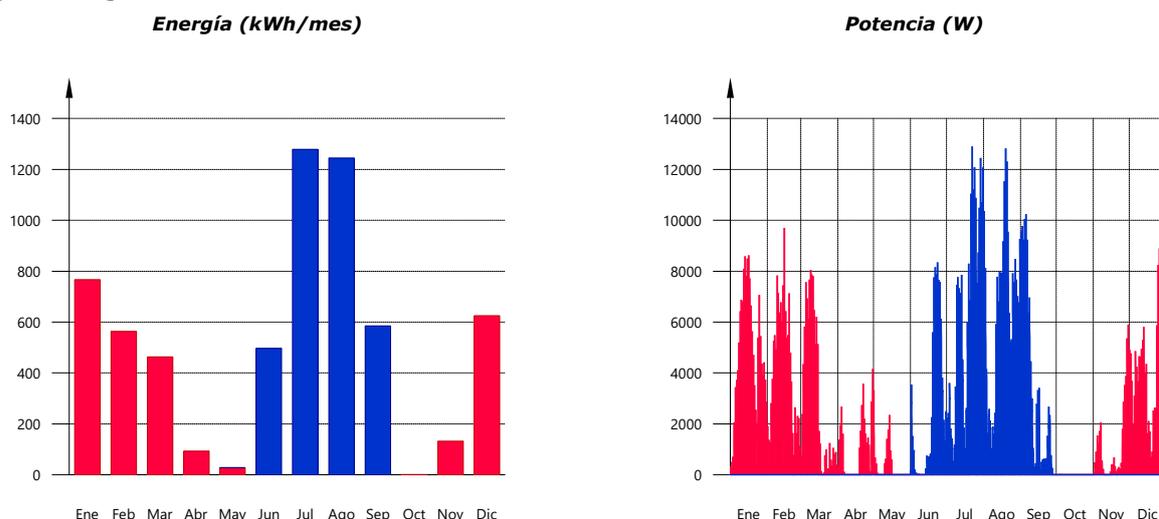
Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²-año.

Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²-año.

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²-año.

2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



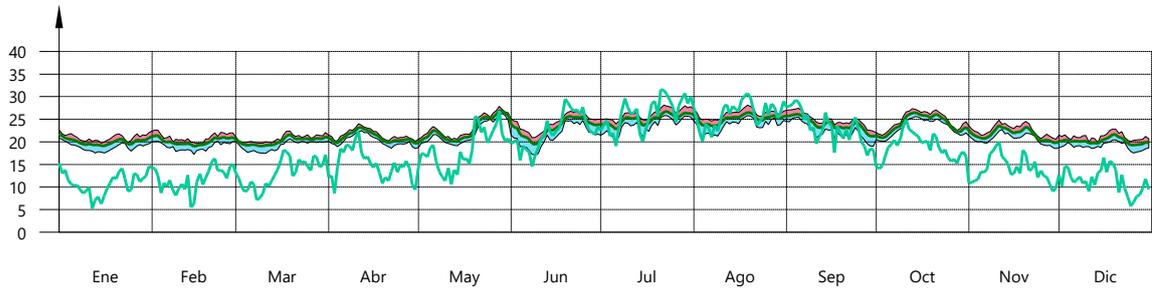
2.3. Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, en cada zona:

Demanda energética

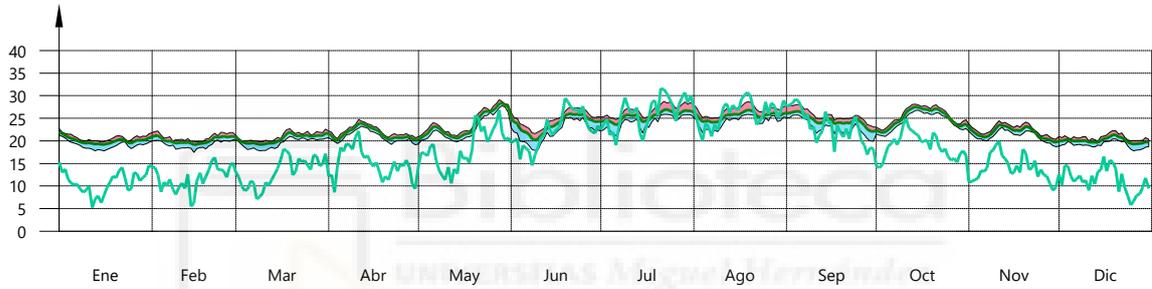
Zona 1 - PB

Temperatura (°C)



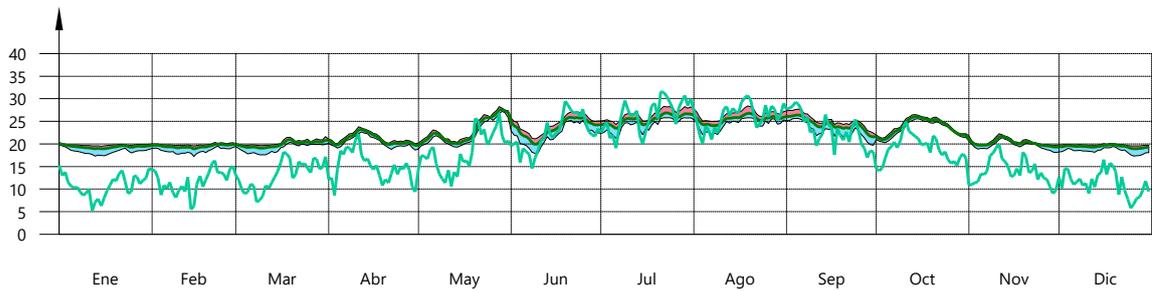
Zona 2 - P1

Temperatura (°C)



Zona 3 - P1

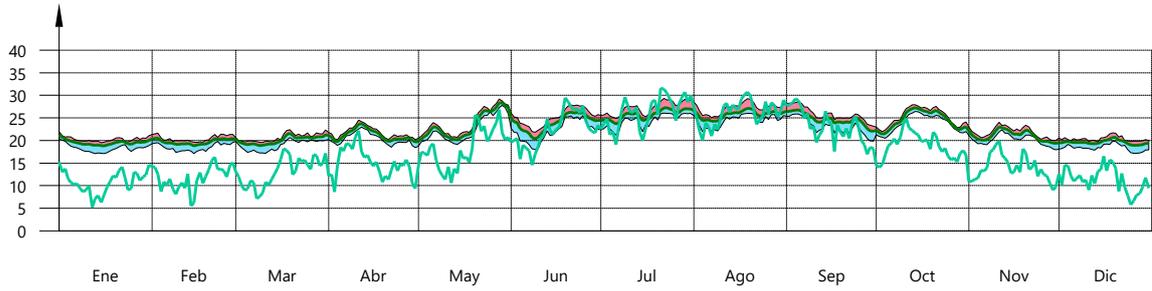
Temperatura (°C)



Zona 4 - P2

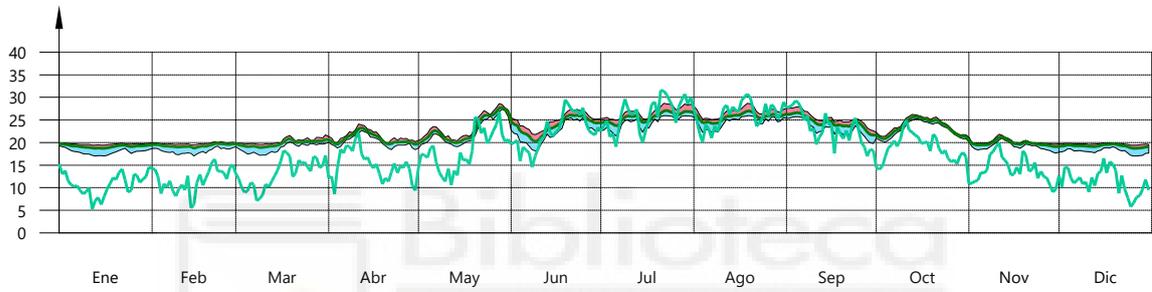
Demanda energética

Temperatura (°C)



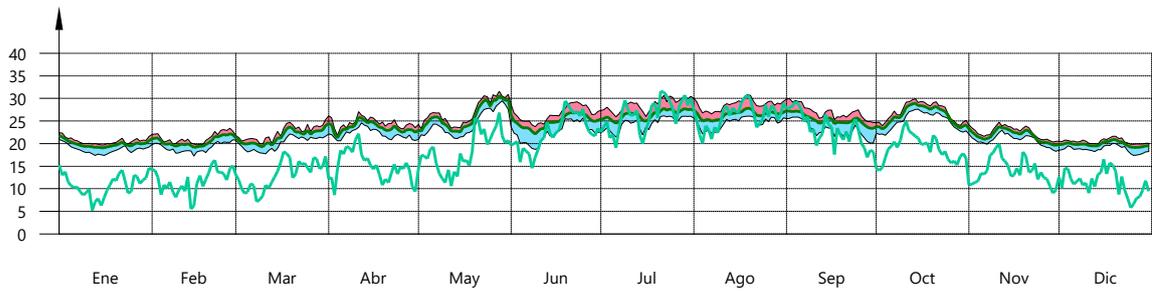
Zona 5 - P2

Temperatura (°C)



Zona 0 - Habitable

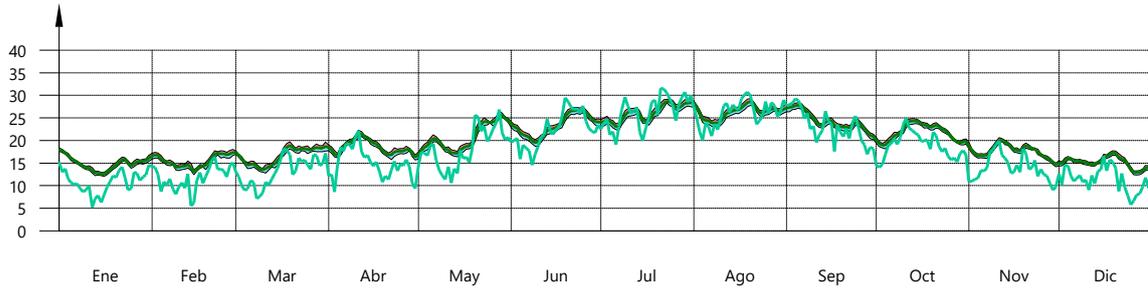
Temperatura (°C)



Zona 0 - No Habitable

Demanda energética

Temperatura (°C)



2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Zona 1 - PB (A_r = 108.24 m²; V = 279.63 m³)														
Q _{op}	18.3	19.3	16.5	14.0	9.5	281.7	231.1	212.9	240.0	4.6	14.9	16.8	-5642.29	-52.13
Q _w	488.0	379.3	230.4	210.0	259.6	273.0	313.3	290.2	241.3	347.5	475.1	516.0	3125.61	28.88
Q _{ve+inf}	--	0.0	0.5	0.5	2.7	14.1	41.7	31.0	13.6	1.0	--	--	-1742.29	-16.10
Q _{equip}	132.9	120.0	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	1564.52	14.45
Q _{ilum}	132.9	120.0	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	1564.52	14.45
Q _{ocup}	119.7	109.9	122.0	118.8	119.7	118.8	122.0	119.7	121.1	119.7	116.4	124.4	1432.31	13.23
Q _H	180.2	149.1	163.0	42.8	13.8	--	--	--	--	0.0	17.4	125.9	692.18	6.39
Q _C	--	--	--	--	--	-104.8	-318.4	-306.6	-134.3	--	--	--	-864.10	-7.98
Q _{HC}	180.2	149.1	163.0	42.8	13.8	104.8	318.4	306.6	134.3	0.0	17.4	125.9	1556.28	14.38

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	(kWh/m ² -año)
Zona 2 - P1 (A_r = 42.81 m²; V = 110.90 m³)														
Q _{op}	25.5	24.2	25.4	24.1	18.5	163.4	157.2	156.2	147.1	18.1	23.6	23.4	-1379.72	-32.23
Q _w	133.3	109.0	85.6	84.5	107.3	121.3	148.8	137.7	108.8	112.5	132.4	140.8	839.86	19.62
Q _{ve+inf}	--	0.0	0.2	0.2	1.1	7.5	21.6	16.9	7.5	0.6	0.0	--	-903.10	-21.09
Q _{equip}	52.6	47.5	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	618.80	14.45
Q _{ilum}	52.6	47.5	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	618.80	14.45
Q _{ocup}	47.3	43.5	48.3	47.0	47.3	47.0	48.3	47.3	47.9	47.3	46.1	49.2	566.52	13.23
Q _H	84.9	65.2	59.2	6.1	1.3	--	--	--	--	--	6.1	61.3	284.19	6.64
Q _C	--	--	--	--	-0.0	-79.7	-204.9	-202.5	-95.6	--	--	--	-582.61	-13.61
Q _{HC}	84.9	65.2	59.2	6.1	1.3	79.7	204.9	202.5	95.6	--	6.1	61.3	866.79	20.25

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	(kWh/m ² -año)
Zona 3 - P1 (A_r = 19.59 m²; V = 50.93 m³)														

Demanda energética

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Q_{op}	3.5	3.6	4.0	3.8	2.6	66.8	71.4	71.0	61.2	1.4	2.3	3.2	-663.08	-33.85
Q_w	7.0	11.0	19.1	24.8	31.9	32.4	36.9	33.4	23.8	17.7	9.7	6.3	173.04	8.83
Q_{ve+inf}	--	0.1	0.4	0.3	1.3	5.5	13.7	11.2	5.3	0.8	0.3	0.0	-457.16	-23.34
Q_{equip}	24.0	21.7	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	283.14	14.45
Q_{illum}	24.0	21.7	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	283.14	14.45
Q_{ocup}	21.7	19.9	22.1	21.5	21.7	21.5	22.1	21.7	21.9	21.7	21.1	22.5	259.21	13.23
Q_H	105.1	72.7	50.5	9.1	2.6	--	--	--	--	--	25.4	94.8	360.29	18.39
Q_C	--	--	--	--	--	-29.5	-83.2	-82.7	-36.1	--	--	--	-231.54	-11.82
Q_{HC}	105.1	72.7	50.5	9.1	2.6	29.5	83.2	82.7	36.1	--	25.4	94.8	591.84	30.21

Zona 4 - P2 ($A_r = 40.04 \text{ m}^2$; $V = 100.10 \text{ m}^3$)

Q_{op}	20.7	19.6	21.6	21.3	17.2	156.4	166.5	165.7	141.5	15.6	18.3	19.1	-1532.50	-38.27
Q_w	134.7	109.8	85.4	83.5	104.9	115.8	141.0	129.7	104.2	113.1	135.0	142.0	881.28	22.01
Q_{ve+inf}	--	0.0	0.3	0.3	1.1	7.2	21.7	17.1	7.7	0.7	0.1	--	-861.86	-21.53
Q_{equip}	49.2	44.4	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	578.74	14.45
Q_{illum}	49.2	44.4	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	578.74	14.45
Q_{ocup}	44.3	40.7	45.1	43.9	44.3	43.9	45.1	44.3	44.8	44.3	43.1	46.0	529.83	13.23
Q_H	144.3	110.9	91.6	18.5	5.2	--	--	--	--	--	21.8	119.3	511.55	12.78
Q_C	--	--	--	--	--	-85.1	-220.6	-214.0	-100.3	--	--	--	-619.98	-15.48
Q_{HC}	144.3	110.9	91.6	18.5	5.2	85.1	220.6	214.0	100.3	--	21.8	119.3	1131.53	28.26

Zona 5 - P2 ($A_r = 22.61 \text{ m}^2$; $V = 56.54 \text{ m}^3$)

Q_{op}	2.3	2.6	3.6	3.7	2.7	81.5	90.3	88.7	73.0	0.9	1.5	2.1	-1021.15	-45.16
Q_w	10.4	19.5	34.2	47.6	59.1	57.0	66.0	60.6	42.0	30.8	16.1	9.2	347.86	15.38
Q_{ve+inf}	--	0.1	0.4	0.4	1.2	5.2	14.0	11.3	5.3	1.0	0.4	0.0	-501.42	-22.17
Q_{equip}	27.8	25.1	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	326.86	14.45
Q_{illum}	27.8	25.1	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	326.86	14.45
Q_{ocup}	25.0	23.0	25.5	24.8	25.0	24.8	25.5	25.0	25.3	25.0	24.3	26.0	299.24	13.23
Q_H	161.4	111.8	76.1	16.6	4.5	--	--	--	--	0.0	54.2	147.8	572.52	25.32
Q_C	--	--	--	--	--	-45.5	-124.1	-121.3	-51.5	--	--	--	-342.36	-15.14
Q_{HC}	161.4	111.8	76.1	16.6	4.5	45.5	124.1	121.3	51.5	0.0	54.2	147.8	914.87	40.46

Zona 0 - Habitable ($A_r = 37.40 \text{ m}^2$; $V = 119.44 \text{ m}^3$)

Q_{op}	28.2	28.6	33.3	35.2	28.6	197.3	233.5	242.7	193.4	26.2	26.8	25.5	-2412.39	-64.50
Q_w	162.5	193.0	260.6	298.1	351.0	357.9	415.4	392.2	304.5	260.9	181.3	153.2	2600.82	69.54
Q_{ve+inf}	--	0.0	0.0	0.0	0.2	4.2	16.5	12.0	5.2	0.1	0.0	--	-957.35	-25.60
Q_{equip}	45.9	41.5	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	540.58	14.45

Demanda energética

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Q _{ilum}	45.9	41.5	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	540.58	14.45
Q _{ocup}	41.4	38.0	42.2	41.0	41.4	41.0	42.2	41.4	41.8	41.4	40.2	43.0	494.90	13.23
Q_H	91.6	53.4	22.8	--	--	--	--	--	--	--	7.7	76.5	252.02	6.74
Q_C	--	--	--	--	-0.2	-152.2	-327.4	-318.2	-167.3	--	--	--	-965.20	-25.81
Q_{HC}	91.6	53.4	22.8	--	0.2	152.2	327.4	318.2	167.3	--	7.7	76.5	1217.22	32.55

Zona 0 - No Habitable (A_t = 3.91 m²; V = 9.95 m³)

Q _{op}	10.4	9.0	9.5	9.4	7.8	5.3	4.0	4.3	5.0	7.8	9.3	9.7	73.86	18.87
Q _{ve+inf}	0.2	0.6	1.0	0.8	1.8	3.1	4.7	4.1	2.5	1.1	0.5	0.3	-74.08	-18.93
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

donde:

A_t: Superficie útil de la zona térmica, m².

V: Volumen interior neto de la zona térmica, m³.

Q_{op}: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_w: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_{ve+inf}: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.

Q_{equip}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.

Q_{ilum}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.

Q_{ocup}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.

Q_H: Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.

Q_C: Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.

Q_{HC}: Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

3.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	η (%)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ⁺ calef. media (°C)	T ⁺ refrig. media (°C)
Zona 1 - PB (Zona habitable)											
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	81.00	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	19.0	26.0
Comedor	23.39	59.81	81.00	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02	19.0	26.0
Escaleras	10.00	26.00	81.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52	19.0	26.0
Vestíbulo	7.29	18.94	81.00	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30	19.0	26.0
Aseo1	2.83	7.36	81.00	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91	19.0	26.0
Galería1	2.14	5.34	81.00	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88	19.0	26.0
	108.24	279.63	81.00	0.40/0.88⁺	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52	19.0	26.0

Zona 2 - P1 (Zona habitable)

Dormitorio1	26.64	69.27	81.00	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	19.0	26.0
Vestidor1	9.01	23.42	81.00	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17	19.0	26.0
Baño1	4.99	12.55	81.00	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09	19.0	26.0
Aseo2	2.18	5.66	81.00	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45	19.0	26.0
	42.81	110.90	81.00	0.54/1.05⁺	566.52	357.65	618.81	--	618.81	19.0	26.0

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	η (%)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ^o calef. media (°C)	T ^o refriger. media (°C)
Zona 3 - P1 (Zona habitable)											
Gimnasio	10.87	28.26	81.00	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	19.0	26.0
Galería2	8.72	22.67	81.00	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03	19.0	26.0
	19.59	50.93	81.00	1.11/1.56*	259.21	163.64	283.14	--	283.14	19.0	26.0
Zona 4 - P2 (Zona habitable)											
Dormitorio2	35.32	88.30	81.00	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	19.0	26.0
Baño2	3.39	8.49	81.00	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07	19.0	26.0
Aseo3	1.32	3.31	81.00	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15	19.0	26.0
	40.04	100.10	81.00	0.30/0.91*	529.83	334.49	578.73	--	578.73	19.0	26.0
Zona 5 - P2 (Zona habitable)											
Dormitorio3	18.08	45.20	81.00	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	19.0	26.0
Baño3	4.53	11.34	81.00	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54	19.0	26.0
	22.61	56.54	81.00	0.53/1.11*	299.24	188.92	326.86	--	326.86	19.0	26.0
Zona 0 - Habitable (Zona habitable)											
Ascensor	2.25	5.84	81.00	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48	19.0	26.0
Pasillo	16.29	55.67	81.00	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43	19.0	26.0
Ascensor	0.14	5.84	81.00	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02	19.0	26.0
Pasillo	18.59	46.46	81.00	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63	19.0	26.0
Ascensor	0.14	5.62	81.00	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02	19.0	26.0
	37.40	119.44	81.00	0.09/0.66*	494.90	312.44	540.59	--	540.59	19.0	26.0
Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)											
Armario1	2.20	5.50	--	1.00	--	--	--	--	--	Oscilación libre	
Armario2	1.71	4.45	--	1.00	--	--	--	--	--	Oscilación libre	
	3.91	9.95	--	1.00	--	--	--	--	--	Oscilación libre	

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.
- η: Eficiencia térmica de la recuperación de calor, %.
- ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- T^o calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
- T^o refriger. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

INFORME NORMATIVA DB HE1



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1:
Condiciones para el control de la demanda energética**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Condiciones de la envolvente térmica.....	3
1.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica.....	3
1.1.2. Control solar de la envolvente térmica.....	4
1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica.....	4
1.2. Limitación de descompensaciones.....	4
1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica.....	4
2. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO.....	4
2.1. Zonificación climática.....	4
2.2. Agrupaciones de recintos.....	4
3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO.....	5
3.1. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica.....	5
3.1.1. Cerramientos opacos.....	5
3.1.2. Huecos.....	6
3.1.3. Puentes térmicos.....	8



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Condiciones de la envolvente térmica

1.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite de transmitancia térmica descrito en la tabla 3.1.1.a del DB HE1. 

Demanda energética anual por superficie útil

Según el apartado 3.1.1.6 de CTE DB HE 1, alternativamente, los edificios o, cuando se trate de intervenciones parciales en edificios existentes, las partes de los mismos sobre las que se intervenga, cuyas demandas de calefacción y refrigeración sean menores, en ambos casos, de 15 kWh/m², podrán excluirse del cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

$$D_{\text{cal,edificio}} = 9.87 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{\text{cal,lim}} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \quad \checkmark$$

donde:

$D_{\text{cal,edificio}}$: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

$D_{\text{cal,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

$$D_{\text{ref,edificio}} = 13.32 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{\text{ref,lim}} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \quad \checkmark$$

donde:

$D_{\text{ref,edificio}}$: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

$D_{\text{ref,lim}}$: Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)

$$K = 0.73 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \leq K_{\text{lim}} = 0.60 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

donde:

K : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

	S (m ²)	L (m)	K _i (W/(m ² ·K))	%K
Área total de intercambio de la envolvente térmica = 610.155 m²				
Fachadas	323.03	--	0.14	19.68
Suelos en contacto con el terreno	116.00	--	0.08	10.39
Cubiertas	105.47	--	0.05	7.37
Huecos	65.65	--	0.18	24.77
Puentes térmicos	--	550.942	0.28	37.79

donde:

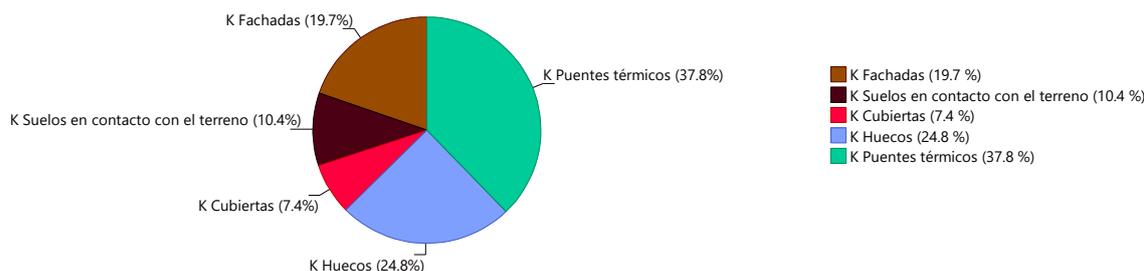
S : Superficie, m².

L : Longitud, m.

K_i : Coeficiente parcial de transmisión de calor, W/(m²·K).

%K: Porcentaje del coeficiente global de transmisión de calor., %.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética



1.1.2. Control solar de la envolvente térmica

$$q_{sol,jul} = 0.65 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{sol,jul_lim} = 2.00 \text{ kWh/m}^2$$



donde:

$q_{sol,jul}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

q_{sol,jul_lim} : Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

$$n_{50} = 5.251 \text{ h}^{-1} \leq n_{50_lim} = 6.000 \text{ h}^{-1}$$



donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

n_{50_lim} : Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

1.2. Limitación de descompensaciones

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1.



1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

Limitación de condensaciones: en la envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales que puedan producir una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.



2. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO

2.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**.

La pertenencia a dicha zona climática, junto con el tipo y el uso del edificio (**Obra nueva - Residencial privado**), define los valores límite aplicables en la cuantificación de la exigencia, descritos en la sección HE1. Control de la demanda energética del edificio, del Documento Básico HE Ahorro de energía, del CTE.

2.2. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de la envolvente térmica del edificio, así como la de cada una de las zonas que han sido incluidas en la misma:

	S (m ²)	V (m ³)	V _{inf} (m ³)	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Zona 1 - PB	108.24	284.83	279.63	48.50	4.156	-	-
Zona 2 - P1	42.81	136.35	110.90	22.20	4.892	-	-
Zona 3 - P1	19.59	60.62	50.93	5.92	5.242	-	-
Zona 4 - P2	40.04	121.14	100.10	21.49	7.356	-	-
Zona 5 - P2	22.61	68.21	56.54	10.67	7.446	-	-

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	V _{inf} (m ³)	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Zona 0 - Habitable	37.40	144.57	119.44	68.25	5.025	-	-
Zona 0 - No Habitable	--	11.78	9.95	0	9.085	-	-
Envolvente térmica	270.70	827.50	727.48	177.03	5.3	0.65	1.4

donde:

S: Superficie útil interior, m².

V: Volumen interior, m³.

V_{inf}: Volumen interior para el cálculo de las infiltraciones, m³.

Q_{sol,jul}: Ganancias solares para el mes de julio de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica, con sus protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.

n₅₀: Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

q_{sol,jul}: Control solar, kWh/m²/mes.

V/A: Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m³/m².

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO

3.1. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica

3.1.1. Cerramientos opacos

Los cerramientos opacos suponen el **37.44%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 1 - PB							
Fachada	4.68	0.27	0.56	0.60	Sur(180)	1.27	✓
Fachada	43.16	0.27	0.56	0.60	Este(90)	11.73	✓
Fachada	38.53	0.27	0.56	0.60	Oeste(270)	10.47	✓
Fachada	19.68	0.27	0.56	0.60	Norte(0)	5.35	✓
Cubierta	5.18	0.31	0.44	0.60	-	1.61	✓
Cubierta	12.07	0.32	0.44	0.60	-	3.87	✓
Solera	111.55	0.40	0.75	-	-	44.60	✓
						78.90	

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 2 - P1							
Fachada	13.51	0.27	0.56	0.60	Este(90)	3.67	✓
Fachada	4.09	0.27	0.56	0.60	Sur(180)	1.11	✓
Fachada	27.18	0.27	0.56	0.60	Oeste(270)	7.39	✓
Fachada	3.69	0.27	0.56	0.60	Norte(0)	1.00	✓
Cubierta	4.12	0.32	0.44	0.60	-	1.32	✓
						14.50	

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 3 - P1							
Fachada	12.95	0.27	0.56	0.60	Norte(0)	3.52	✓
Fachada	10.92	0.27	0.56	0.60	Oeste(270)	2.97	✓
Fachada	6.14	0.27	0.56	0.60	Sur(180)	1.67	✓
Fachada	7.23	0.27	0.56	0.60	Este(90)	1.96	✓
						10.12	

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 4 - P2								
Fachada		4.17	0.27	0.56	0.60	Sur(180)	1.13	✓
Fachada		16.11	0.27	0.56	0.60	Este(90)	4.38	✓
Fachada		21.24	0.27	0.56	0.60	Oeste(270)	5.77	✓
Fachada		4.34	0.27	0.56	0.60	Norte(0)	1.18	✓
Cubierta		39.46	0.31	0.44	0.60	-	12.24	✓
							24.71	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 5 - P2								
Fachada		9.59	0.27	0.56	0.60	Este(90)	2.61	✓
Fachada		8.83	0.27	0.56	0.60	Oeste(270)	2.40	✓
Fachada		13.20	0.27	0.56	0.60	Norte(0)	3.59	✓
Fachada		5.91	0.27	0.56	0.60	Sur(180)	1.61	✓
Cubierta		22.56	0.31	0.44	0.60	-	7.00	✓
							17.20	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 0 - Habitable								
Fachada		21.65	0.27	0.56	0.60	Este(90)	5.88	✓
Fachada		14.08	0.27	0.56	0.60	Oeste(270)	3.83	✓
Cubierta		19.87	0.31	0.44	0.60	-	6.16	✓
Solera		2.25	0.40	0.75	-	-	0.90	✓
							16.77	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 0 - No Habitable								
Fachada		2.90	0.24 (b = 0.89)	0.56	0.60	Sur(180)	0.79	✓
Fachada		4.88	0.24 (b = 0.89)	0.56	0.60	Oeste(270)	1.33	✓
Fachada		4.38	0.07 (b = 0.25)	0.56	0.60	Este(90)	1.19	✓
Cubierta		2.20	0.28 (b = 0.89)	0.44	0.60	-	0.70	✓
Solera		2.20	0.35 (b = 0.89)	0.75	-	-	0.88	✓
							4.89	

donde:

S: Superficie, m².

U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).

U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).

b: Coeficiente de reducción de temperatura.

α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.

3.1.2. Huecos

Los huecos suponen el **24.77%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	S (m ²)	O. (°)	F_F (%)	U (W/(m ² ·K))	U_{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g_{gl,n}	g_{gl,sh,wi}	Q_{sol,jul} (kWh/mes)	%q_{sol,jul}	
Zona 1 - PB											
Cristalera (560-565)	11.21	Sur(180)	0.20	1.70	2.30	19.06	0.50	0.08	26.27	14.84	✓
Cristalera (230-235)	4.67	Sur(180)	0.20	1.70	2.30	7.94	0.50	0.08	10.22	5.77	✓
Cristalera (235-240)	4.71	Norte(0)	0.20	1.70	2.30	8.01	0.50	0.08	12.02	6.79	✓
Pext (90-95)	1.86	Este(90)	1.00	1.63	5.70	3.03	0	0	0	0	✓
	38.04								48.50	27.40	
Zona 2 - P1											
Cristalera (510-515)	10.21	Sur(180)	0.20	1.70	2.30	17.35	0.50	0.08	18.75	10.59	✓
Ventana (220-225)	2.21	Norte(0)	0.20	1.63	2.30	3.61	0.50	0.08	3.44	1.95	✓
	20.95								22.20	12.54	
Zona 3 - P1											
Ventana (40-45)	0.40	Este(90)	0.20	1.63	2.30	0.65	0.50	0.08	2.18	1.23	✓
Ventana (150-155)	1.50	Norte(0)	0.20	1.63	2.30	2.44	0.50	0.08	3.75	2.12	✓
	3.09								5.92	3.35	
Zona 4 - P2											
Cristalera (505-510)	10.13	Sur(180)	0.20	1.70	2.30	17.21	0.50	0.08	18.55	10.48	✓
Ventana (155-160)	1.56	Norte(0)	0.20	1.63	2.30	2.54	0.50	0.08	2.94	1.66	✓
	19.76								21.49	12.14	
Zona 5 - P2											
Ventana (40-45)	0.40	Este(90)	0.20	1.63	2.30	0.65	0.50	0.08	2.18	1.23	✓
Ventana (70-75)	0.70	Oeste(270)	0.20	1.63	2.30	1.14	0.50	0.08	3.48	1.97	✓
Ventana (70-75)	0.70	Norte(0)	0.20	1.63	2.30	1.14	0.50	0.08	1.53	0.87	✓
Ventana (70-75)	0.70	Oeste(270)	0.20	1.63	2.30	1.14	0.50	0.08	3.48	1.97	✓
	4.07								10.67	6.03	
Zona 0 - Habitable											
Ventana (270-275)	2.72	Este(90)	0.20	1.63	2.30	4.42	0.50	0.08	16.79	9.48	✓
Cristalera (505-510)	9.98	Este(90)	0.20	1.70	2.30	16.97	0.50	0.08	47.21	26.67	✓
Ventana (195-200)	1.99	Oeste(270)	0.20	1.63	2.30	3.25	0.50	0.08	4.25	2.40	✓
	24.64								68.25	38.55	

donde:

- S:* Superficie, m².
- O.:* Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.
- F_F:* Fracción de parte opaca, %.
- U:* Transmitancia térmica, W/(m²·K).
- U_{lim}:* Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).
- g_{gl}:* Factor solar.
- g_{gl,sh,wi}:* Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados.
- Q_{sol,jul}:* Ganancia solar para el mes de julio con las protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.
- %q_{sol,jul}:* Repercusión en el parámetro de control solar de la envolvente térmica, %.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

3.1.3. Puentes térmicos

Los puentes térmicos suponen el **37.79%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 1 - PB				
Hueco de ventana		10.298	0.080	0.8
Hueco de ventana		12.000	0.018	0.2
Hueco de ventana		10.298	0.103	1.1
Encuentro de fachada con solera		50.413	0.554	27.9
Esquina saliente de fachadas		10.100	0.060	0.6
Encuentro de fachada con forjado		33.191	0.060	2.0
Encuentro de fachada con cubierta		2.193	0.249	0.5
Pilar		30.800	1.171	36.1
Encuentro de fachada con cubierta		8.056	0.252	2.0
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.080	-0.2
				71.1

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 2 - P1				
Hueco de ventana		7.318	0.080	0.6
Hueco de ventana		4.000	0.018	0.1
Hueco de ventana		5.103	0.103	0.5
Esquina saliente de fachadas		7.500	0.060	0.5
Encuentro de fachada con forjado		40.640	0.060	2.4
Pilar		12.767	1.171	15.0
Hueco de ventana		2.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		2.215	0.112	0.2
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.080	-0.2
Encuentro de fachada con cubierta		4.108	0.252	1.0
				20.1

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 3 - P1				
Encuentro de fachada con forjado		22.742	0.060	1.4
Esquina entrante de fachadas		2.600	-0.080	-0.2
Esquina saliente de fachadas		7.800	0.060	0.5
Pilar		10.400	1.171	12.2
Hueco de ventana		1.899	0.080	0.2
Hueco de ventana		4.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		1.899	0.112	0.2
				14.2

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 4 - P2				
Hueco de ventana		6.626	0.080	0.5
Hueco de ventana		4.000	0.018	0.1
Hueco de ventana		5.063	0.103	0.5

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Hueco de ventana		2.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		1.563	0.112	0.2
Encuentro de fachada con forjado		20.438	0.060	1.2
Esquina saliente de fachadas		7.500	0.060	0.5
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.080	-0.2
Encuentro de fachada con cubierta		23.023	0.249	5.7
Pilar		12.500	1.171	14.6
				23.2

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 5 - P2				
Hueco de ventana		2.500	0.080	0.2
Hueco de ventana		8.000	0.009	0.1
Hueco de ventana		2.500	0.112	0.3
Encuentro de fachada con forjado		15.469	0.060	0.9
Esquina saliente de fachadas		7.500	0.060	0.5
Encuentro de fachada con cubierta		15.957	0.249	4.0
Pilar		10.000	1.171	11.7
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.080	-0.2
				17.4

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 0 - Habitable				
Hueco de ventana		9.701	0.080	0.8
Hueco de ventana		4.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		4.711	0.112	0.5
Esquina entrante de fachadas		10.100	-0.080	-0.8
Encuentro de fachada con forjado		19.263	0.060	1.2
Pilar		10.200	1.171	11.9
Hueco de ventana		4.000	0.018	0.1
Hueco de ventana		4.990	0.103	0.5
Encuentro de fachada con cubierta		10.563	0.249	2.6
				16.9

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 0 - No Habitable				
Encuentro de fachada con solera		3.114	0.554	1.7
Esquina saliente de fachadas		2.500	0.060	0.1
Encuentro de fachada con cubierta		3.114	0.252	0.8
Pilar		2.500	1.171	2.9
Encuentro de fachada con forjado		3.210	0.060	0.2
				5.8

donde:

L: Longitud, m.

Ψ : Transmitancia térmica lineal, W/(m·K).

MODELO BASE

- Informe Normativa DB HE0
- Informe Normativa DB HE4



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0:
Limitación del consumo energético**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.....	3
1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.....	3
1.3. Horas fuera de consigna.....	3
2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.....	3
2.2. Resultados mensuales.....	4
2.2.1. Consumo de energía final del edificio.....	4
2.2.2. Horas fuera de consigna.....	4
3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	4
4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	5
4.1. Energía eléctrica producida in situ.....	5
4.2. Energía térmica producida in situ.....	5
4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	5
5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	5
5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	6
5.2. Demanda energética de ACS.....	6
6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	6
6.1. Zonificación climática.....	6
6.2. Definición de los espacios del edificio.....	7
6.2.1. Agrupaciones de recintos.....	7
6.2.2. Condiciones operacionales.....	8
6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación.....	9
6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	9
6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	10

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

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

$$C_{ep,nren} = 49.22 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 28.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 65.12 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 56.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	3362.50	12.42	7168.85	26.48	6044.11	22.33
Refrigeración	2245.17	8.29	5316.75	19.64	4387.18	16.21
ACS	2225.37	8.22	3030.72	11.20	1150.46	4.25
Ventilación	891.70	3.29	2111.70	7.80	1742.47	6.44
	8724.75	32.23	17627.75	65.12	13323.95	49.22

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

2.2. Resultados mensuales.

2.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO (S_u = 270.70 m²)															
Demanda energética	Calefacción	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.7	9.9
	Refrigeración	--	--	--	--	0.2	496.7	1278.5	1245.3	585.2	--	--	--	3605.8	13.3
	ACS	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2
	TOTAL	975.0	746.7	662.2	281.6	213.8	668.7	1447.8	1414.6	753.1	186.3	325.2	828.8	8503.9	31.4
Electricidad	Calefacción	764.9	576.5	490.6	85.6	24.3	1.7	4.6	4.5	2.1	--	114.8	617.9	2687.5	9.9
	Refrigeración	182.7	138.1	119.3	20.9	5.9	158.6	444.3	428.0	199.6	--	26.1	146.1	1869.7	6.9
	ACS	54.9	48.6	52.6	49.8	49.3	45.5	44.8	44.8	44.4	49.3	50.9	53.8	588.7	2.2
	Ventilación	85.2	77.0	85.2	82.5	85.1	55.0	56.8	56.8	55.1	85.2	82.5	85.2	891.7	3.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	59.3	127.4	123.8	65.0	--	--	--	375.5	1.4
Gas natural (Sistema de sustitución)	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	208.8	142.1	96.8	14.3	4.2	--	--	--	--	--	26.1	174.0	666.2	2.5
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	2.3	1.5	3.4	--	--	--	--	--	--	--	--	1.6	8.8	0.0
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C_{ef,tot}		1451.3	1118.7	994.3	391.6	305.7	446.6	802.5	782.5	489.8	271.5	442.1	1228.1	8724.7	32.2

donde:

S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

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

2.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Zona 1 - PB	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 2 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 3 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 4 - P2	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 5 - P2	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 0 - Habitable	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--												

3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	1035.77	1.00
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	417.18	1.00
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	436.92	1.00
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	711.15	1.00
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	706.65	1.00
Calefacción SR y ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	5.02	2.75
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Gas natural	666.21	0.95
Generadores de refrigeración				
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	423.47	2.58
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	266.71	2.59
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	118.91	2.59
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	276.69	2.60
Clima Eq. Compacto	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	157.72	2.60
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Electricidad	375.46	2.52
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	588.72	3.78

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

4.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

4.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	154.9	136.5	149.8	138.6	137.0	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	141.6	151.1	1645.4	6.1
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Zona 4 - P2	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Zona 5 - P2	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

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

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

5.2. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE 0.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS}	T_{ref}	S_u	D_{ACS}	
	(l/día)	(°C)	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Zona 4 - P2	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26
Zona 5 - P2	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

6.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

6.2. Definición de los espacios del edificio.

6.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 1 - PB (Zona habitable acondicionada)										
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Comedor	23.39	59.81	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02		
Escaleras	10.00	26.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52		
Vestíbulo	7.29	18.94	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30		
Aseo1	2.83	7.36	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91		
Galería1	2.14	5.34	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88		
	108.24	279.63	0.40/0.88*	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52		

Zona 2 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio1	26.64	69.27	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Vestidor1	9.01	23.42	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17		
Baño1	4.99	12.55	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09		
Aseo2	2.18	5.66	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45		
	42.81	110.90	0.54/1.05*	566.52	357.65	618.81	--	618.81		

Zona 3 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Gimnasio	10.87	28.26	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Galería2	8.72	22.67	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03		
	19.59	50.93	1.11/1.56*	259.21	163.64	283.14	--	283.14		

Zona 4 - P2 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio2	35.32	88.30	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño2	3.39	8.49	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07		
Aseo3	1.32	3.31	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15		
	40.04	100.10	0.30/0.90*	529.83	334.49	578.73	--	578.73		

Zona 5 - P2 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio3	18.08	45.20	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño3	4.53	11.34	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54		
	22.61	56.54	0.53/1.11*	299.24	188.92	326.86	--	326.86		

Zona 0 - Habitable (Zona habitable acondicionada)										
Ascensor	2.25	5.84	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Pasillo	16.29	55.67	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43		
Ascensor	0.14	5.84	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
Pasillo	18.59	46.46	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63		
Ascensor	0.14	5.62	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
	37.40	119.44	0.09/0.66*	494.90	312.44	540.59	--	540.59		

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,i} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,i} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)										
Armario1	2.20	5.50	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Armario2	1.71	4.45	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
	3.91	9.95	1.00	--	--	--	--	--		

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.
- ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ocup,i}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,i}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

6.2.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (Uso residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación

	Distribución horaria																									
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h		
Perfil: Residencial (Uso residencial)																										
Ocupación sensible (W/m²)																										
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15	
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																										
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36	
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2	
Equipos (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2	
Ventilación (ren/h)																										
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación verano (junio a septiembre) (ren/h)																										
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones por hora del aire de la zona.

Ventilación: En las zonas en las que se ha seleccionado la opción de ventilación natural en verano, se aplica el perfil "Ventilación verano" entre los meses de junio y septiembre. El resto del año, se aplica el perfil "Ventilación".

6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.5, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE0. Los valores empleados se han obtenido a través del programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

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

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4.
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda
de agua caliente sanitaria**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.....	3
2. DEMANDA DE ACS.....	3
3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.....	4
3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor.....	4



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

$$RER_{ACS,nrb} = 73.5\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

2. DEMANDA DE ACS

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la ciudad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo al Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
D_{ACS}	197.6	174.8	189.5	179.4	177.4	163.8	161.3	161.3	160.0	177.4	183.4	193.5	2119.4	7.8
Q_{acum}^*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q_{dist}	9.9	8.7	9.5	9.0	8.9	8.2	8.1	8.1	8.0	8.9	9.2	9.7	106.0	0.4
$D_{ACS,total}$	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum}^* : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

$D_{ACS,total}$: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado conforme al Anejo G de CTE DB HE, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Zona 4 - P2	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	(kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 5 - P2	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el documento reconocido CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Bombas de calor	Medioambiente	73.5

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.

3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP_{dhw}) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el SCOP_{dhw} de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	SCOP _{dhw}	SCOP _{dhw,lim}
Equipo de ACS	Mitsubishi PUD-SHWM140VAA + EHST20D-VM2D	Eléctrica	3.78 (E)	2.50 ✓

donde:

$SCOP_{dhw}$: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E : Valor de $SCOP_{dhw}$ del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado por otros métodos.

$SCOP_{dhw,lim}$: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

MEJORA 1

- Informe Normativa DB HE0
- Informe Normativa DB HE4



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0:
Limitación del consumo energético**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.....	3
1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.....	3
1.3. Horas fuera de consigna.....	3
2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.....	3
2.2. Resultados mensuales.....	4
2.2.1. Consumo de energía final del edificio.....	4
2.2.2. Horas fuera de consigna.....	4
3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	4
4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	5
4.1. Energía eléctrica producida in situ.....	5
4.2. Energía térmica producida in situ.....	5
4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	5
5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	6
5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	6
5.2. Demanda energética de ACS.....	6
6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	7
6.1. Zonificación climática.....	7
6.2. Definición de los espacios del edificio.....	7
6.2.1. Agrupaciones de recintos.....	7
6.2.2. Condiciones operacionales.....	8
6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación.....	9
6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	9
6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	10

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

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

$$C_{ep,nren} = 13.42 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 28.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 40.09 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 56.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	3359.94	12.41	4321.13	15.96	1980.14	7.32
Refrigeración	2256.61	8.34	2955.46	10.92	998.06	3.69
ACS	2225.37	8.22	2407.57	8.89	260.41	0.96
Ventilación	891.70	3.29	1167.78	4.31	394.40	1.46
	8733.62	32.26	10852.22	40.09	3633.29	13.42

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

2.2. Resultados mensuales.

2.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO (S_u = 270.70 m²)															
Demanda energética	Calefacción	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.7	9.9
	Refrigeración	--	--	--	--	0.2	496.7	1278.5	1245.3	585.2	--	--	--	3605.8	13.3
	ACS	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2
	TOTAL	975.0	746.7	662.2	281.6	213.8	668.7	1447.8	1414.6	753.1	186.3	325.2	828.8	8503.9	31.4
Electricidad	Calefacción	764.9	576.5	490.6	84.8	24.1	1.7	4.6	4.5	2.1	--	113.5	617.8	2685.0	9.9
	Refrigeración	182.7	138.1	119.3	20.6	5.9	161.8	447.1	430.9	202.6	--	25.8	146.1	1880.9	6.9
	ACS	54.9	48.6	52.6	49.8	49.3	45.5	44.8	44.8	44.4	49.3	50.9	53.8	588.7	2.2
	Ventilación	85.2	77.0	85.2	82.5	85.1	55.0	56.8	56.8	55.1	85.2	82.5	85.2	891.7	3.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	59.3	127.5	123.8	65.1	--	--	--	375.7	1.4
Gas natural (Sistema de sustitución)	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	208.8	142.1	96.8	14.2	4.2	--	--	--	--	--	26.1	174.0	666.1	2.5
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	2.3	1.5	3.4	--	--	--	--	--	--	--	--	1.6	8.8	0.0
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C_{ef,tot}		1451.3	1118.7	994.3	390.5	305.5	449.9	805.3	785.4	492.9	271.5	440.4	1227.9	8733.6	32.3

donde:

S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

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

2.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Zona 1 - PB	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 2 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 3 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 4 - P2	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 5 - P2	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 0 - Habitable	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--												

3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	1034.85	1.00
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	416.92	1.00
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	436.36	1.00
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	710.61	1.00
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	705.73	1.00
Calefacción SR y ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	5.02	2.75
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Gas natural	666.10	0.95
Generadores de refrigeración				
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	427.16	2.58
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	269.78	2.60
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	120.97	2.60
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	278.35	2.60
Clima 1x1	Equipo compacto de aire acondicionado (PTAC)	Electricidad	159.16	2.60
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Electricidad	375.71	2.52
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	588.72	3.78

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

4.1. Energía eléctrica producida in situ.

Sistema de producción	Origen	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Instalación FV 4,5 kWp	Renovable	507.6	513.7	628.1	647.0	701.6	704.0	731.5	715.4	624.3	575.7	468.8	475.3	7293.0
TOTAL		507.6	513.7	628.1	647.0	701.6	704.0	731.5	715.4	624.3	575.7	468.8	475.3	7293.0

4.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	Año (kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	507.6	513.7	628.1	237.8	164.3	323.3	680.8	660.9	369.4	134.5	272.7	475.3	4968.4	18.4
Medioambiente	154.9	136.5	149.7	138.6	137.0	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	141.6	151.1	1645.4	6.1
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Zona 4 - P2	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Zona 5 - P2	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

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

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

5.2. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE 0.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS}	T_{ref}	S_u	D_{ACS}	
	(l/día)	(°C)	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Zona 4 - P2	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26
Zona 5 - P2	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

6.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**.

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

6.2. Definición de los espacios del edificio.

6.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,i} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,i} (kWh/año)	ΣQ _{num} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 1 - PB (Zona habitable acondicionada)										
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Comedor	23.39	59.81	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02		
Escaleras	10.00	26.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52		
Vestíbulo	7.29	18.94	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30		
Aseo1	2.83	7.36	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91		
Galería1	2.14	5.34	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88		
	108.24	279.63	0.40/0.88*	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52		
Zona 2 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio1	26.64	69.27	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Vestidor1	9.01	23.42	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17		
Baño1	4.99	12.55	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09		
Aseo2	2.18	5.66	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45		
	42.81	110.90	0.54/1.05*	566.52	357.65	618.81	--	618.81		
Zona 3 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Gimnasio	10.87	28.26	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Galería2	8.72	22.67	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03		
	19.59	50.93	1.11/1.56*	259.21	163.64	283.14	--	283.14		
Zona 4 - P2 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio2	35.32	88.30	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño2	3.39	8.49	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07		
Aseo3	1.32	3.31	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15		
	40.04	100.10	0.30/0.90*	529.83	334.49	578.73	--	578.73		
Zona 5 - P2 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio3	18.08	45.20	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño3	4.53	11.34	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54		
	22.61	56.54	0.53/1.11*	299.24	188.92	326.86	--	326.86		
Zona 0 - Habitable (Zona habitable acondicionada)										

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Ascensor	2.25	5.84	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48		
Pasillo	16.29	55.67	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43		
Ascensor	0.14	5.84	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Pasillo	18.59	46.46	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63		
Ascensor	0.14	5.62	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
	37.40	119.44	0.09/0.66'	494.90	312.44	540.59	--	540.59		

Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)

Armario1	2.20	5.50	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Armario2	1.71	4.45	1.00	--	--	--	--	--		
	3.91	9.95	1.00	--	--	--	--	--		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

6.2.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (Uso residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación

	Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Perfil: Residencial (Uso residencial)																									
Ocupación sensible (W/m²)																									
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																									
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																									
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
Equipos (W/m²)																									
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
Ventilación (ren/h)																									
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación verano (junio a septiembre) (ren/h)																									
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones por hora del aire de la zona.

Ventilación: En las zonas en las que se ha seleccionado la opción de ventilación natural en verano, se aplica el perfil "Ventilación verano" entre los meses de junio y septiembre. El resto del año, se aplica el perfil "Ventilación".

6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.5, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE0. Los valores empleados se han obtenido a través del programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad producida in situ	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

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

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4.
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda
de agua caliente sanitaria**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.....	3
2. DEMANDA DE ACS.....	3
3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.....	4
3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor.....	4



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

$$RER_{ACS,nrb} = 96.3\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

2. DEMANDA DE ACS

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo al Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
D_{ACS}	197.6	174.8	189.5	179.4	177.4	163.8	161.3	161.3	160.0	177.4	183.4	193.5	2119.4	7.8
Q_{acum}^*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q_{dist}	9.9	8.7	9.5	9.0	8.9	8.2	8.1	8.1	8.0	8.9	9.2	9.7	106.0	0.4
$D_{ACS,total}$	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum}^* : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

$D_{ACS,total}$: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado conforme al Anejo G de CTE DB HE, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Zona 4 - P2	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 5 - P2	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el documento reconocido CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Bombas de calor	Medioambiente	73.5
Bombas de calor	Electricidad	26.5

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.

La contribución renovable de la electricidad producida in situ por medio de fuentes de energía renovables se considera en los sistemas de producción de ACS accionados eléctricamente.

3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP_{dhw}) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el SCOP_{dhw} de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	SCOP _{dhw}	SCOP _{dhw,lim}
Equipo de ACS	Mitsubishi PUD-SHWM140VAA + EHST20D-VM2D	Eléctrica	3.78 (E)	2.50 ✓

donde:

$SCOP_{dhw}$: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E : Valor de $SCOP_{dhw}$ del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado por otros métodos.

$SCOP_{dhw,lim}$: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

MEJORA 2

- Informe Normativa DB HE0
- Informe Normativa DB HE4



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0:
Limitación del consumo energético**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.....	3
1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.....	3
1.3. Horas fuera de consigna.....	3
2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.....	3
2.2. Resultados mensuales.....	4
2.2.1. Consumo de energía final del edificio.....	4
2.2.2. Horas fuera de consigna.....	4
3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	4
4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	5
4.1. Energía eléctrica producida in situ.....	5
4.2. Energía térmica producida in situ.....	5
4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	5
5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	5
5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	6
5.2. Demanda energética de ACS.....	6
6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	6
6.1. Zonificación climática.....	6
6.2. Definición de los espacios del edificio.....	7
6.2.1. Agrupaciones de recintos.....	7
6.2.2. Condiciones operacionales.....	8
6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación.....	9
6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	9
6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	10

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

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

$$C_{ep,nren} = 23.64 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 28.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 41.10 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 56.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	2596.85	9.59	3391.28	12.53	1368.37	5.05
Refrigeración	1094.16	4.04	2590.84	9.57	2137.96	7.90
ACS	2225.37	8.22	3030.72	11.20	1150.46	4.25
Ventilación	891.70	3.29	2111.70	7.80	1742.47	6.44
	6808.09	25.15	11124.81	41.10	6399.26	23.64

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

2.2. Resultados mensuales.

2.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO (S_u = 270.70 m²)															
Demanda energética	Calefacción	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.7	9.9
	Refrigeración	--	--	--	--	0.2	496.7	1278.5	1245.3	585.2	--	--	--	3605.8	13.3
	ACS	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2
	TOTAL	975.0	746.7	662.2	281.6	213.8	668.7	1447.8	1414.6	753.1	186.3	325.2	828.8	8503.9	31.4
Electricidad	Calefacción	157.1	117.0	97.4	17.9	4.8	--	--	--	--	--	24.3	125.8	544.3	2.0
	Refrigeración	0.0	0.0	0.0	--	0.0	93.7	257.7	249.1	117.9	--	--	0.0	718.4	2.7
	ACS	54.9	48.6	52.6	49.8	49.3	45.5	44.8	44.8	44.4	49.3	50.9	53.8	588.7	2.2
	Ventilación	85.2	77.0	85.2	82.5	85.1	55.0	56.8	56.8	55.1	85.2	82.5	85.2	891.7	3.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	59.3	127.5	123.8	65.1	--	--	--	375.7	1.4
Gas natural (Sistema de sustitución)	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	93.3	54.4	23.1	--	--	--	--	--	--	--	7.7	77.8	256.3	0.9
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	515.1	383.9	325.8	60.5	16.8	--	--	--	--	--	81.1	413.2	1796.3	6.6
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	152.6	135.0	146.3	138.6	137.0	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	141.6	149.5	1636.7	6.0
C_{ef,tot}		1058.1	815.8	730.6	349.2	292.9	380.1	611.3	599.1	406.1	271.5	388.1	905.2	6808.1	25.2

donde:

S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

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

2.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Zona 1 - PB	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 2 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 3 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 4	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 5	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 0 - Habitable	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	147.37	4.58
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	69.19	3.99
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	79.62	4.16
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	118.86	4.23
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	127.28	4.31
Calefacción SR y ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	1.94	3.33
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Gas natural	256.26	0.95
Generadores de refrigeración				
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	250.75	4.35
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	153.47	4.49
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	67.68	4.47
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	157.19	4.55
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	89.32	4.50
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Electricidad	375.71	2.52
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	588.72	3.78

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

4.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

4.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	667.7	518.9	472.1	199.0	153.8	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	222.7	562.6	3433.0	12.7
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Planta 2 - Zona 4	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Planta 2 - Zona 5	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

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

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

5.2. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE 0.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS}	T_{ref}	S_u	D_{ACS}	
	(l/día)	(°C)	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

6.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

6.2. Definición de los espacios del edificio.

6.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 1 - PB (Zona habitable acondicionada)										
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Comedor	23.39	59.81	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02		
Escaleras	10.00	26.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52		
Vestíbulo	7.29	18.94	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30		
Aseo1	2.83	7.36	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91		
Galería1	2.14	5.34	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88		
	108.24	279.63	0.40/0.88*	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52		

Zona 2 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio1	26.64	69.27	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Vestidor1	9.01	23.42	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17		
Baño1	4.99	12.55	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09		
Aseo2	2.18	5.66	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45		
	42.81	110.90	0.54/1.05*	566.52	357.65	618.81	--	618.81		

Zona 3 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Gimnasio	10.87	28.26	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Galería2	8.72	22.67	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03		
	19.59	50.93	1.11/1.56*	259.21	163.64	283.14	--	283.14		

Planta 2 - Zona 4 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio2	35.32	88.30	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño2	3.39	8.49	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07		
Aseo3	1.32	3.31	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15		
	40.04	100.10	0.30/0.91*	529.83	334.49	578.73	--	578.73		

Planta 2 - Zona 5 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio3	18.08	45.20	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño3	4.53	11.34	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54		
	22.61	56.54	0.53/1.11*	299.24	188.92	326.86	--	326.86		

Zona 0 - Habitable (Zona habitable acondicionada)										
Ascensor	2.25	5.84	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Pasillo	16.29	55.67	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43		
Ascensor	0.14	5.84	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
Pasillo	18.59	46.46	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63		
Ascensor	0.14	5.62	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
	37.40	119.44	0.09/0.66*	494.90	312.44	540.59	--	540.59		

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)										
Armario1	2.20	5.50	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Armario2	1.71	4.45	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
	3.91	9.95	1.00	--	--	--	--	--		

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.
- ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

6.2.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (Uso residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación

	Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Perfil: Residencial (Uso residencial)																									
Ocupación sensible (W/m²)																									
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																									
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																									
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
Equipos (W/m²)																									
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
Ventilación (ren/h)																									
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación verano (junio a septiembre) (ren/h)																									
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones por hora del aire de la zona.

Ventilación: En las zonas en las que se ha seleccionado la opción de ventilación natural en verano, se aplica el perfil "Ventilación verano" entre los meses de junio y septiembre. El resto del año, se aplica el perfil "Ventilación".

6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.5, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE0. Los valores empleados se han obtenido a través del programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

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

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4.
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda
de agua caliente sanitaria**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.....	3
2. DEMANDA DE ACS.....	3
3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.....	4
3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor.....	4



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

$$RER_{ACS,nrb} = 73.5\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

2. DEMANDA DE ACS

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la ciudad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo al Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
D_{ACS}	197.6	174.8	189.5	179.4	177.4	163.8	161.3	161.3	160.0	177.4	183.4	193.5	2119.4	7.8
Q_{acum}^*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q_{dist}	9.9	8.7	9.5	9.0	8.9	8.2	8.1	8.1	8.0	8.9	9.2	9.7	106.0	0.4
$D_{ACS,total}$	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum}^* : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

$D_{ACS,total}$: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado conforme al Anejo G de CTE DB HE, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	(kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el documento reconocido CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Bombas de calor	Medioambiente	73.5

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.

3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP_{dhw}) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el SCOP_{dhw} de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	SCOP _{dhw}	SCOP _{dhw,lim}	
Equipo de ACS	Mitsubishi PUD-SHWM140VAA + EHST20D-VM2D	Eléctrica	3.78 (E)	2.50	✓

donde:

$SCOP_{dhw}$: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E : Valor de $SCOP_{dhw}$ del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado por otros métodos.

$SCOP_{dhw,lim}$: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

MEJORA 3

- Informe Normativa DB HE0
- Informe Normativa DB HE4



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0:
Limitación del consumo energético**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.....	3
1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.....	3
1.3. Horas fuera de consigna.....	3
2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.....	3
2.2. Resultados mensuales.....	4
2.2.1. Consumo de energía final del edificio.....	4
2.2.2. Horas fuera de consigna.....	4
3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	4
4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	5
4.1. Energía eléctrica producida in situ.....	5
4.2. Energía térmica producida in situ.....	5
4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	5
5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	6
5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	6
5.2. Demanda energética de ACS.....	6
6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	7
6.1. Zonificación climática.....	7
6.2. Definición de los espacios del edificio.....	7
6.2.1. Agrupaciones de recintos.....	7
6.2.2. Condiciones operacionales.....	8
6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación.....	9
6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	9
6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	10

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

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

$$C_{ep,nren} = 1.13 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 28.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 25.34 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 56.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	2596.85	9.59	2646.87	9.78	305.07	1.13
Refrigeración	1094.16	4.04	1094.15	4.04	--	--
ACS	2225.37	8.22	2225.40	8.22	--	--
Ventilación	891.70	3.29	891.67	3.29	--	--
	6808.09	25.15	6858.09	25.33	305.07	1.13

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

2.2. Resultados mensuales.

2.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO (S_u = 270.70 m²)															
Demanda energética	Calefacción	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.7	9.9
	Refrigeración	--	--	--	--	0.2	496.7	1278.5	1245.3	585.2	--	--	--	3605.8	13.3
	ACS	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2
	TOTAL	975.0	746.7	662.2	281.6	213.8	668.7	1447.8	1414.6	753.1	186.3	325.2	828.8	8503.9	31.4
Electricidad	Calefacción	157.1	117.0	97.4	17.9	4.8	--	--	--	--	--	24.3	125.8	544.3	2.0
	Refrigeración	0.0	0.0	0.0	--	0.0	93.7	257.7	249.1	117.9	--	--	0.0	718.4	2.7
	ACS	54.9	48.6	52.6	49.8	49.3	45.5	44.8	44.8	44.4	49.3	50.9	53.8	588.7	2.2
	Ventilación	85.2	77.0	85.2	82.5	85.1	55.0	56.8	56.8	55.1	85.2	82.5	85.2	891.7	3.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	59.3	127.5	123.8	65.1	--	--	--	375.7	1.4
Gas natural (Sistema de sustitución)	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	93.3	54.4	23.1	--	--	--	--	--	--	--	7.7	77.8	256.3	0.9
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	515.1	383.9	325.8	60.5	16.8	--	--	--	--	--	81.1	413.2	1796.3	6.6
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	152.6	135.0	146.3	138.6	137.0	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	141.6	149.5	1636.7	6.0
C_{ef,tot}		1058.1	815.8	730.6	349.2	292.9	380.1	611.3	599.1	406.1	271.5	388.1	905.2	6808.1	25.2

donde:

S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

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

2.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Zona 1 - PB	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 2 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 3 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 4	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 5	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 0 - Habitable	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	147.37	4.58
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	69.19	3.99
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	79.62	4.16
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	118.86	4.23
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	127.28	4.31
Calefacción SR y ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	1.94	3.33
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Gas natural	256.26	0.95
Generadores de refrigeración				
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	250.75	4.35
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	153.47	4.49
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	67.68	4.47
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	157.19	4.55
Clima 1x1	Split 1x1	Electricidad	89.32	4.50
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Electricidad	375.71	2.52
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	588.72	3.78

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

4.1. Energía eléctrica producida in situ.

Sistema de producción	Origen	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Instalación FV 4,5 kWp	Renovable	507.6	513.7	628.1	647.0	701.6	704.0	731.5	715.4	624.3	575.7	468.8	475.3	7293.0
TOTAL		507.6	513.7	628.1	647.0	701.6	704.0	731.5	715.4	624.3	575.7	468.8	475.3	7293.0

4.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	Año (kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	297.2	242.6	235.3	150.2	139.2	253.5	486.8	474.5	282.5	134.5	157.7	264.8	3118.9	11.5
Medioambiente	667.7	518.9	472.1	199.0	153.8	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	222.7	562.6	3433.0	12.7
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Planta 2 - Zona 4	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Planta 2 - Zona 5	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

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

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

5.2. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE 0.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS}	T_{ref}	S_u	D_{ACS}	
	(l/día)	(°C)	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

6.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**.

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

6.2. Definición de los espacios del edificio.

6.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,i} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,i} (kWh/año)	ΣQ _{num} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 1 - PB (Zona habitable acondicionada)										
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Comedor	23.39	59.81	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02		
Escaleras	10.00	26.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52		
Vestíbulo	7.29	18.94	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30		
Aseo1	2.83	7.36	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91		
Galería1	2.14	5.34	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88		
	108.24	279.63	0.40/0.88*	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52		

Zona 2 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio1	26.64	69.27	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Vestidor1	9.01	23.42	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17		
Baño1	4.99	12.55	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09		
Aseo2	2.18	5.66	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45		
	42.81	110.90	0.54/1.05*	566.52	357.65	618.81	--	618.81		

Zona 3 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Gimnasio	10.87	28.26	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Galería2	8.72	22.67	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03		
	19.59	50.93	1.11/1.56*	259.21	163.64	283.14	--	283.14		

Planta 2 - Zona 4 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio2	35.32	88.30	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño2	3.39	8.49	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07		
Aseo3	1.32	3.31	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15		
	40.04	100.10	0.30/0.91*	529.83	334.49	578.73	--	578.73		

Planta 2 - Zona 5 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio3	18.08	45.20	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño3	4.53	11.34	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54		
	22.61	56.54	0.53/1.11*	299.24	188.92	326.86	--	326.86		

Zona 0 - Habitable (Zona habitable acondicionada)

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Ascensor	2.25	5.84	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48		
Pasillo	16.29	55.67	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43		
Ascensor	0.14	5.84	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Pasillo	18.59	46.46	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63		
Ascensor	0.14	5.62	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
	37.40	119.44	0.09/0.66'	494.90	312.44	540.59	--	540.59		

Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)

Armario1	2.20	5.50	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Armario2	1.71	4.45	1.00	--	--	--	--	--		
	3.91	9.95	1.00	--	--	--	--	--		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

6.2.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (Uso residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación

	Distribución horaria																									
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h		
Perfil: Residencial (Uso residencial)																										
Ocupación sensible (W/m²)																										
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15	
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																										
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36	
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2	
Equipos (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2	
Ventilación (ren/h)																										
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación verano (junio a septiembre) (ren/h)																										
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones por hora del aire de la zona.

Ventilación: En las zonas en las que se ha seleccionado la opción de ventilación natural en verano, se aplica el perfil "Ventilación verano" entre los meses de junio y septiembre. El resto del año, se aplica el perfil "Ventilación".

6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.5, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE0. Los valores empleados se han obtenido a través del programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad producida in situ	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

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

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4.
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda
de agua caliente sanitaria**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.....	3
2. DEMANDA DE ACS.....	3
3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.....	4
3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor.....	4



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

$$RER_{ACS,nrb} = 100\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

2. DEMANDA DE ACS

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la ciudad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo al Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
D_{ACS}	197.6	174.8	189.5	179.4	177.4	163.8	161.3	161.3	160.0	177.4	183.4	193.5	2119.4	7.8
Q_{acum}^*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q_{dist}	9.9	8.7	9.5	9.0	8.9	8.2	8.1	8.1	8.0	8.9	9.2	9.7	106.0	0.4
$D_{ACS,total}$	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum}^* : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

$D_{ACS,total}$: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado conforme al Anejo G de CTE DB HE, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el documento reconocido CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Bombas de calor	Medioambiente	73.5
Bombas de calor	Electricidad	26.5

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.

La contribución renovable de la electricidad producida in situ por medio de fuentes de energía renovables se considera en los sistemas de producción de ACS accionados eléctricamente.

3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP_{dhw}) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el SCOP_{dhw} de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	SCOP _{dhw}	SCOP _{dhw,lim}
Equipo de ACS	Mitsubishi PUD-SHWM140VAA + EHST20D-VM2D	Eléctrica	3.78 (E)	2.50 ✓

donde:

$SCOP_{dhw}$: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E : Valor de $SCOP_{dhw}$ del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado por otros métodos.

$SCOP_{dhw,lim}$: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

MEJORA 4

- Informe Normativa DB HE0
- Informe Normativa DB HE4



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0:
Limitación del consumo energético**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.....	3
1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.....	3
1.3. Horas fuera de consigna.....	3
2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.....	3
2.2. Resultados mensuales.....	4
2.2.1. Consumo de energía final del edificio.....	4
2.2.2. Horas fuera de consigna.....	4
3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	4
4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	5
4.1. Energía eléctrica producida in situ.....	5
4.2. Energía térmica producida in situ.....	5
4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	5
5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	5
5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	5
5.2. Demanda energética de ACS.....	6
6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	6
6.1. Zonificación climática.....	6
6.2. Definición de los espacios del edificio.....	6
6.2.1. Agrupaciones de recintos.....	6
6.2.2. Condiciones operacionales.....	8
6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación.....	8
6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	9
6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	9

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

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

$$C_{ep,nren} = 22.74 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 28.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 40.51 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 56.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	2676.72	9.89	3311.70	12.23	1190.52	4.40
Refrigeración	1061.09	3.92	2512.60	9.28	2073.26	7.66
ACS	2225.37	8.22	3030.72	11.20	1150.46	4.25
Ventilación	891.70	3.29	2111.70	7.80	1742.47	6.44
	6854.89	25.32	10966.72	40.51	6156.72	22.74

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

2.2. Resultados mensuales.

2.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO (S_u = 270.70 m²)															
Demanda energética	Calefacción	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.7	9.9
	Refrigeración	--	--	--	--	0.2	496.7	1278.5	1245.3	585.2	--	--	--	3605.8	13.3
	ACS	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2
	TOTAL	975.0	746.7	662.2	281.6	213.8	668.7	1447.8	1414.6	753.1	186.3	325.2	828.8	8503.9	31.4
Electricidad	Calefacción	106.6	82.0	68.9	13.2	3.4	6.2	14.6	14.6	7.3	--	16.4	86.4	419.7	1.6
	Refrigeración	3.3	2.5	2.1	0.4	0.1	87.7	242.4	233.3	110.4	--	0.5	2.7	685.4	2.5
	ACS	54.9	48.6	52.6	49.8	49.3	45.5	44.8	44.8	44.4	49.3	50.9	53.8	588.7	2.2
	Ventilación	85.2	77.0	85.2	82.5	85.1	55.0	56.8	56.8	55.1	85.2	82.5	85.2	891.7	3.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	59.3	127.5	123.8	65.1	--	--	--	375.7	1.4
Gas natural (Sistema de sustitución)	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	104.4	66.1	34.5	1.7	0.1	--	--	--	--	--	13.1	91.3	311.3	1.1
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	561.0	417.2	350.2	63.5	17.6	--	--	--	--	--	86.6	449.7	1945.8	7.2
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	152.6	135.0	146.3	138.6	137.0	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	141.6	149.5	1636.7	6.0
C_{ef,tot}		1068.1	828.3	740.0	349.7	292.6	380.2	610.6	597.8	405.8	271.5	391.6	918.6	6854.9	25.3

donde:

S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

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

2.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Zona 1 - PB	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 2 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 3 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 4	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 5	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 0 - Habitable	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
Sistema VRV	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad	365.46	6.25
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Gas natural	311.29	0.95
Generadores de refrigeración				
Sistema VRV	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad	631.19	4.79
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Electricidad	375.70	2.52
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	588.72	3.78

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

4.1. Energía eléctrica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía eléctrica.

4.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	713.6	552.2	496.5	202.0	154.5	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	228.2	599.2	3582.4	13.2
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Planta 2 - Zona 4	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Planta 2 - Zona 5	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

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

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

5.2. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE 0.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS}	T_{ref}	S_u	D_{ACS}	
	(l/día)	(°C)	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

6.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**.

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitudes exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

6.2. Definición de los espacios del edificio.

6.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{num} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 1 - PB (Zona habitable acondicionada)										
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Comedor	23.39	59.81	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02		
Escaleras	10.00	26.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52		
Vestíbulo	7.29	18.94	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30		
Aseo1	2.83	7.36	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91		
Galería1	2.14	5.34	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88		
	108.24	279.63	0.40/0.88*	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52		
Zona 2 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio1	26.64	69.27	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Vestidor1	9.01	23.42	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17		
Baño1	4.99	12.55	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09		
Aseo2	2.18	5.66	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45		
	42.81	110.90	0.54/1.05*	566.52	357.65	618.81	--	618.81		
Zona 3 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Gimnasio	10.87	28.26	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Galería2	8.72	22.67	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03		
	19.59	50.93	1.11/1.56*	259.21	163.64	283.14	--	283.14		
Planta 2 - Zona 4 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio2	35.32	88.30	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño2	3.39	8.49	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07		
Aseo3	1.32	3.31	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15		
	40.04	100.10	0.30/0.91*	529.83	334.49	578.73	--	578.73		
Planta 2 - Zona 5 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio3	18.08	45.20	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño3	4.53	11.34	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54		
	22.61	56.54	0.53/1.11*	299.24	188.92	326.86	--	326.86		
Zona 0 - Habitable (Zona habitable acondicionada)										
Ascensor	2.25	5.84	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Pasillo	16.29	55.67	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43		
Ascensor	0.14	5.84	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
Pasillo	18.59	46.46	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63		
Ascensor	0.14	5.62	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
	37.40	119.44	0.09/0.66*	494.90	312.44	540.59	--	540.59		
Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)										
Armario1	2.20	5.50	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Armario2	1.71	4.45	1.00	--	--	--	--	--		
	3.91	9.95	1.00	--	--	--	--	--		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

$Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

$Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

$Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

$Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{lum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

6.2.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (Uso residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17

6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (Uso residencial)																								
Ocupación sensible (W/m²)																								
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																								
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																								
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
Equipos (W/m²)																								
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2
Ventilación (ren/h)																								
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación verano (junio a septiembre) (ren/h)																								
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones por hora del aire de la zona.

Ventilación: En las zonas en las que se ha seleccionado la opción de ventilación natural en verano, se aplica el perfil "Ventilación verano" entre los meses de junio y septiembre. El resto del año, se aplica el perfil "Ventilación".

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.5, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE0. Los valores empleados se han obtenido a través del programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

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

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4.
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda
de agua caliente sanitaria**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.....	3
2. DEMANDA DE ACS.....	3
3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.....	4
3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor.....	4



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

$$RER_{ACS,nrb} = 73.5\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

2. DEMANDA DE ACS

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la ciudad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo al Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
D_{ACS}	197.6	174.8	189.5	179.4	177.4	163.8	161.3	161.3	160.0	177.4	183.4	193.5	2119.4	7.8
Q_{acum}^*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q_{dist}	9.9	8.7	9.5	9.0	8.9	8.2	8.1	8.1	8.0	8.9	9.2	9.7	106.0	0.4
$D_{ACS,total}$	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum}^* : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

$D_{ACS,total}$: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado conforme al Anejo G de CTE DB HE, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	(kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el documento reconocido CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Bombas de calor	Medioambiente	73.5

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.

3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP_{dhw}) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el SCOP_{dhw} de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	SCOP _{dhw}	SCOP _{dhw,lim}
Equipo de ACS	Mitsubishi PUD-SHWM140VAA + EHST20D-VM2D	Eléctrica	3.78 (E)	2.50 ✓

donde:

$SCOP_{dhw}$: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E : Valor de $SCOP_{dhw}$ del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado por otros métodos.

$SCOP_{dhw,lim}$: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

MEJORA 5

- Informe Normativa DB HE0
- Informe Normativa DB HE4



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0:
Limitación del consumo energético**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.....	3
1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.....	3
1.3. Horas fuera de consigna.....	3
2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	3
2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.....	3
2.2. Resultados mensuales.....	4
2.2.1. Consumo de energía final del edificio.....	4
2.2.2. Horas fuera de consigna.....	4
3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	4
4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.....	5
4.1. Energía eléctrica producida in situ.....	5
4.2. Energía térmica producida in situ.....	5
4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	5
5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	5
5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	5
5.2. Demanda energética de ACS.....	6
6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	6
6.1. Zonificación climática.....	6
6.2. Definición de los espacios del edificio.....	7
6.2.1. Agrupaciones de recintos.....	7
6.2.2. Condiciones operacionales.....	8
6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación.....	9
6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	9
6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	10

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

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

$$C_{ep,nren} = 1.37 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 28.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 25.55 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 56.00 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.a, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 350.4 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	2676.72	9.89	2737.28	10.11	370.31	1.37
Refrigeración	1061.09	3.92	1061.13	3.92	--	--
ACS	2225.37	8.22	2225.40	8.22	--	--
Ventilación	891.70	3.29	891.67	3.29	--	--
	6854.89	25.32	6915.48	25.55	370.31	1.37

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

2.2. Resultados mensuales.

2.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
EDIFICIO (S_u = 270.70 m²)															
Demanda energética	Calefacción	767.5	563.1	463.2	93.2	27.4	--	--	--	--	0.0	132.6	625.6	2672.7	9.9
	Refrigeración	--	--	--	--	0.2	496.7	1278.5	1245.3	585.2	--	--	--	3605.8	13.3
	ACS	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2
	TOTAL	975.0	746.7	662.2	281.6	213.8	668.7	1447.8	1414.6	753.1	186.3	325.2	828.8	8503.9	31.4
Electricidad	Calefacción	106.6	82.0	68.9	13.2	3.4	6.2	14.6	14.6	7.3	--	16.4	86.4	419.7	1.6
	Refrigeración	3.3	2.5	2.1	0.4	0.1	87.7	242.4	233.3	110.4	--	0.5	2.7	685.4	2.5
	ACS	54.9	48.6	52.6	49.8	49.3	45.5	44.8	44.8	44.4	49.3	50.9	53.8	588.7	2.2
	Ventilación	85.2	77.0	85.2	82.5	85.1	55.0	56.8	56.8	55.1	85.2	82.5	85.2	891.7	3.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad (Sistema de sustitución)	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	59.3	127.5	123.8	65.1	--	--	--	375.7	1.4
Gas natural (Sistema de sustitución)	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	104.4	66.1	34.5	1.7	0.1	--	--	--	--	--	13.1	91.3	311.3	1.1
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	ACS	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Calefacción	561.0	417.2	350.2	63.5	17.6	--	--	--	--	--	86.6	449.7	1945.8	7.2
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	152.6	135.0	146.3	138.6	137.0	126.5	124.5	124.5	123.5	137.0	141.6	149.5	1636.7	6.0
C_{ef,tot}		1068.1	828.3	740.0	349.7	292.6	380.2	610.6	597.8	405.8	271.5	391.6	918.6	6854.9	25.3

donde:

S_u: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

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

2.2.2. Horas fuera de consigna

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
		(h)												
Zona 1 - PB	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 2 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 3 - P1	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 4	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Planta 2 - Zona 5	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona 0 - Habitable	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
Sistema VRV	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad	365.46	6.25
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Gas natural	311.29	0.95
Generadores de refrigeración				
Sistema VRV	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad	631.19	4.79
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Electricidad	375.70	2.52
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Bomba de calor aire-agua	Electricidad	588.72	3.78

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

4.1. Energía eléctrica producida in situ.

Sistema de producción	Origen	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Instalación FV 4,5 kWp	Renovable	507.6	513.7	628.1	647.0	701.6	704.0	731.5	715.4	624.3	575.7	468.8	475.3	7293.0
TOTAL		507.6	513.7	628.1	647.0	701.6	704.0	731.5	715.4	624.3	575.7	468.8	475.3	7293.0

4.2. Energía térmica producida in situ.

El edificio no dispone de sistemas de producción de energía térmica a partir de fuentes totalmente renovables.

4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² ·año)	
Electricidad autoconsumida de origen renovable	250.1	210.0	208.9	145.9	137.9	253.7	486.1	473.3	282.3	134.5	150.3	228.1	2961.2	10.9
Medioambiente	713.6	552.2	496.5	202.0	154.5	126.5	124.5	123.5	137.0	228.2	599.2		3582.4	13.2
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	692.18	6.39	864.10	7.98
Zona 2 - P1	42.81	284.19	6.64	582.61	13.61
Zona 3 - P1	19.59	360.29	18.39	231.54	11.82
Planta 2 - Zona 4	40.04	511.55	12.78	619.98	15.48
Planta 2 - Zona 5	22.61	572.52	25.32	342.36	15.14
Zona 0 - Habitable	37.40	252.02	6.74	965.20	25.81
	270.70	2672.74	9.87	3605.80	13.32

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

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

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

5.2. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE 0.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS}	T_{ref}	S_u	D_{ACS}	
	(l/día)	(°C)	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

6.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la calidad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**.

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitudes exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (archivo MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.2. Definición de los espacios del edificio.

6.2.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Zona 1 - PB (Zona habitable acondicionada)										
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Comedor	23.39	59.81	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02		
Escaleras	10.00	26.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52		
Vestíbulo	7.29	18.94	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30		
Aseo1	2.83	7.36	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91		
Galería1	2.14	5.34	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88		
	108.24	279.63	0.40/0.88*	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52		

Zona 2 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio1	26.64	69.27	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Vestidor1	9.01	23.42	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17		
Baño1	4.99	12.55	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09		
Aseo2	2.18	5.66	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45		
	42.81	110.90	0.54/1.05*	566.52	357.65	618.81	--	618.81		

Zona 3 - P1 (Zona habitable acondicionada)										
Gimnasio	10.87	28.26	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Galería2	8.72	22.67	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03		
	19.59	50.93	1.11/1.56*	259.21	163.64	283.14	--	283.14		

Planta 2 - Zona 4 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio2	35.32	88.30	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño2	3.39	8.49	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07		
Aseo3	1.32	3.31	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15		
	40.04	100.10	0.30/0.91*	529.83	334.49	578.73	--	578.73		

Planta 2 - Zona 5 (Zona habitable acondicionada)										
Dormitorio3	18.08	45.20	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Baño3	4.53	11.34	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54		
	22.61	56.54	0.53/1.11*	299.24	188.92	326.86	--	326.86		

Zona 0 - Habitable (Zona habitable acondicionada)										
Ascensor	2.25	5.84	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48	Residencial	Residencial, con ventilación natural en verano
Pasillo	16.29	55.67	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43		
Ascensor	0.14	5.84	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
Pasillo	18.59	46.46	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63		
Ascensor	0.14	5.62	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02		
	37.40	119.44	0.09/0.66*	494.90	312.44	540.59	--	540.59		

Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

	S (m ²)	V (m ³)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Armario1	2.20	5.50	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
Armario2	1.71	4.45	1.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
	3.91	9.95	1.00	--	--	--	--	--		

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².

V: Volumen interior neto del recinto, m³.

ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

6.2.2. Condiciones operacionales

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (Uso residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación

	Distribución horaria																									
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h		
Perfil: Residencial (Uso residencial)																										
Ocupación sensible (W/m²)																										
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15	
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																										
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36	
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2	
Equipos (W/m²)																										
Laboral, Sábado y Festivo	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	4.40	2.2	
Ventilación (ren/h)																										
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación verano (junio a septiembre) (ren/h)																										
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

donde:

*: Número de renovaciones por hora del aire de la zona.

Ventilación: En las zonas en las que se ha seleccionado la opción de ventilación natural en verano, se aplica el perfil "Ventilación verano" entre los meses de junio y septiembre. El resto del año, se aplica el perfil "Ventilación".

6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 9.5, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE0. Los valores empleados se han obtenido a través del programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Gas natural	1.190	0.005
Electricidad producida in situ	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

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

$f_{cep,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4.
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda
de agua caliente sanitaria**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.....	3
2. DEMANDA DE ACS.....	3
3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS.....	4
3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor.....	4



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

$$RER_{ACS,nrb} = 100\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

2. DEMANDA DE ACS

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Santa Pola (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **6.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido para la ciudad en la edificación DRD 10/22, la zona climática **B4**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo al Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

EDIFICIO ($S_u = 270.70 \text{ m}^2$)

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
D_{ACS}	197.6	174.8	189.5	179.4	177.4	163.8	161.3	161.3	160.0	177.4	183.4	193.5	2119.4	7.8
Q_{acum}^*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Q_{dist}	9.9	8.7	9.5	9.0	8.9	8.2	8.1	8.1	8.0	8.9	9.2	9.7	106.0	0.4
$D_{ACS,total}$	207.5	183.6	199.0	188.4	186.2	172.0	169.3	169.3	168.0	186.3	192.6	203.2	2225.4	8.2

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum}^* : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

$D_{ACS,total}$: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado conforme al Anejo G de CTE DB HE, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	20.0	19.0	16.0	13.0	12.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	18.7	60.0	108.24	370.90	3.43
Zona 2 - P1	18.7	60.0	42.81	370.90	8.66
Zona 3 - P1	18.7	60.0	19.59	370.90	18.93
Planta 2 - Zona 4	18.7	60.0	40.04	370.90	9.26

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 4. Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Planta 2 - Zona 5	18.7	60.0	22.61	370.90	16.40
Zona 0 - Habitable	18.7	60.0	37.40	370.90	9.92
	112.0		270.70	2225.38	8.22

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el documento reconocido CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Bombas de calor	Medioambiente	73.5
Bombas de calor	Electricidad	26.5

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.

La contribución renovable de la electricidad producida in situ por medio de fuentes de energía renovables se considera en los sistemas de producción de ACS accionados eléctricamente.

3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional (SCOP_{dhw}) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el SCOP_{dhw} de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	SCOP _{dhw}	SCOP _{dhw,lim}
Equipo de ACS	Mitsubishi PUD-SHWM140VAA + EHST20D-VM2D	Eléctrica	3.78 (E)	2.50 ✓

donde:

$SCOP_{dhw}$: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E : Valor de $SCOP_{dhw}$ del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C : Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado por otros métodos.

$SCOP_{dhw,lim}$: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

ZONA CLIMÁTICA E



DEMANDA ENERGÉTICA E



Demanda energética



ÍNDICE

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	3
2. RESULTADOS MENSUALES.....	3
2.1. Balance energético anual del edificio.....	3
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....	4
2.3. Evolución de la temperatura.....	5
2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....	7
3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	9
3.1. Agrupaciones de recintos.....	9



Demanda energética

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB	108.24	1351.88	12.49	70.06	0.65
Zona 2 - P1	42.81	241.88	5.65	72.15	1.69
Zona 3 - P1	19.59	422.22	21.55	3.04	0.16
Zona 4 - P2	40.04	718.04	17.93	59.41	1.48
Zona 5 - P2	22.61	920.81	40.72	14.32	0.63
Zona 0 - Habitable	37.40	431.59	11.54	439.92	11.76
	270.70	4086.43	15.10	658.90	2.43

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

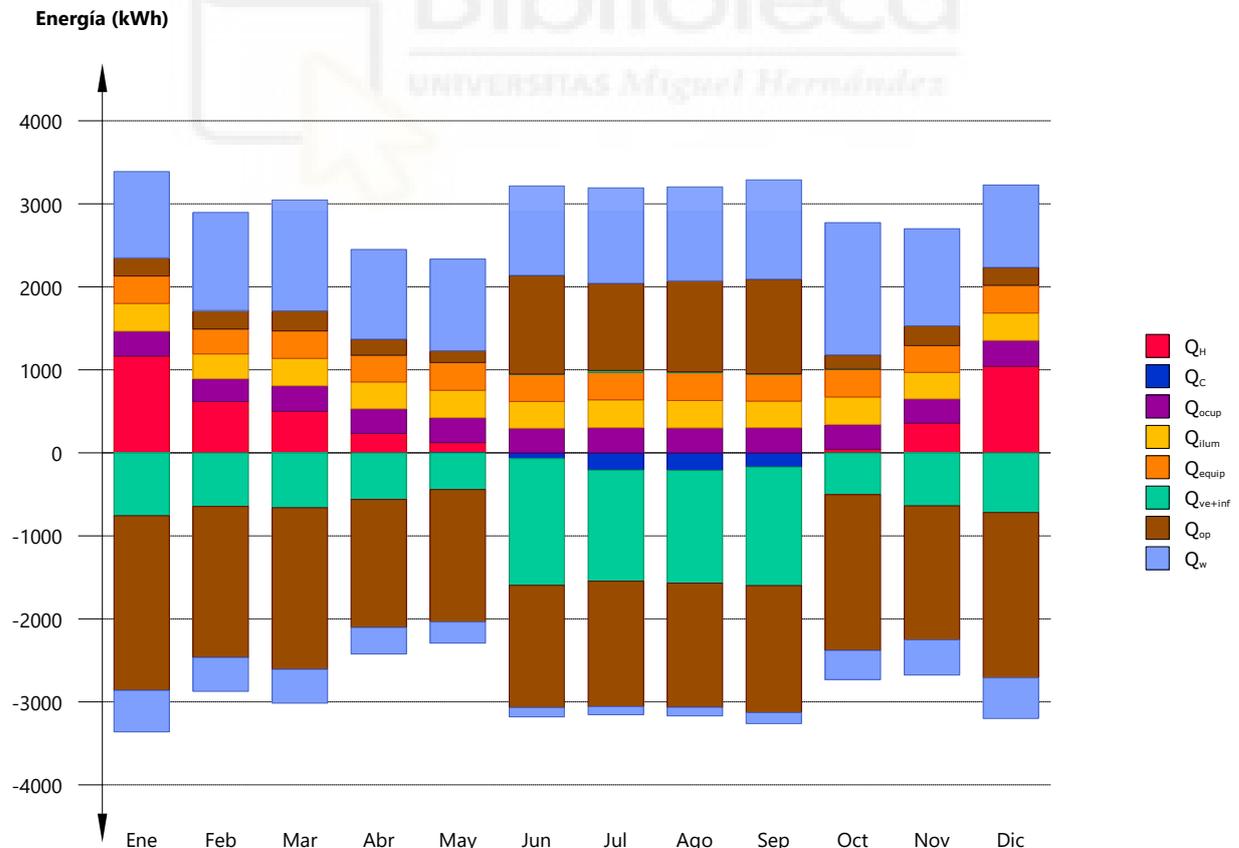
D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

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

2. RESULTADOS MENSUALES.

2.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada

Demanda energética

una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m ² -año)	
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	218.9	222.8	242.1	194.1	142.9	1186.9	1046.8	1092.2	1140.5	175.1	236.2	217.0	-14376.39	-53.11
Q_w	-2104.5	-1818.9	-1943.5	-1543.8	-1594.2	-1470.8	-1510.1	-1494.0	-1530.0	-1875.5	-1615.5	-1991.5	10445.91	38.59
Q_{ve+inf}	0.0	0.1	0.2	0.1	0.7	9.8	24.1	14.5	6.2	0.2	0.1	0.0	-10526.58	-38.89
Q_{equip}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{illum}	332.3	300.1	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	332.3	321.6	332.3	321.6	332.3	3912.64	14.45
Q_{ocup}	299.4	274.9	305.2	297.0	299.4	297.0	305.2	299.4	302.9	299.4	291.2	311.0	3582.00	13.23
Q_H	1167.0	618.6	500.6	235.3	123.2	--	--	--	--	41.7	358.2	1041.9	4086.43	15.10
Q_C	--	--	--	--	-0.4	-70.2	-209.0	-211.3	-168.0	--	--	--	-658.90	-2.43
Q_{HC}	1167.0	618.6	500.6	235.3	123.5	70.2	209.0	211.3	168.0	41.7	358.2	1041.9	4745.33	17.53

donde:

Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²-año.

Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²-año.

Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²-año.

Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²-año.

Q_{illum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²-año.

Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²-año.

Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²-año.

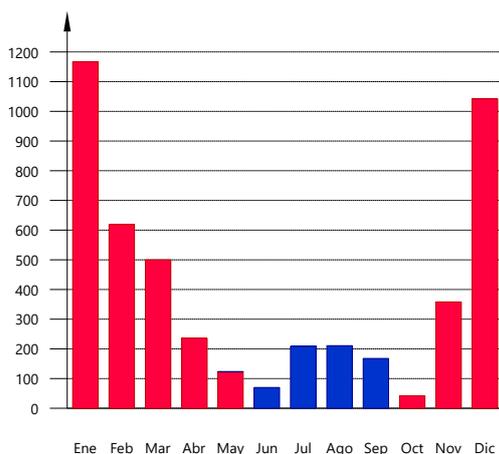
Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²-año.

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²-año.

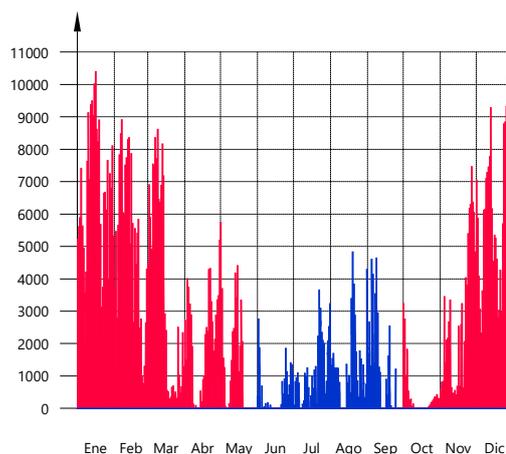
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

Energía (kWh/mes)



Potencia (W)

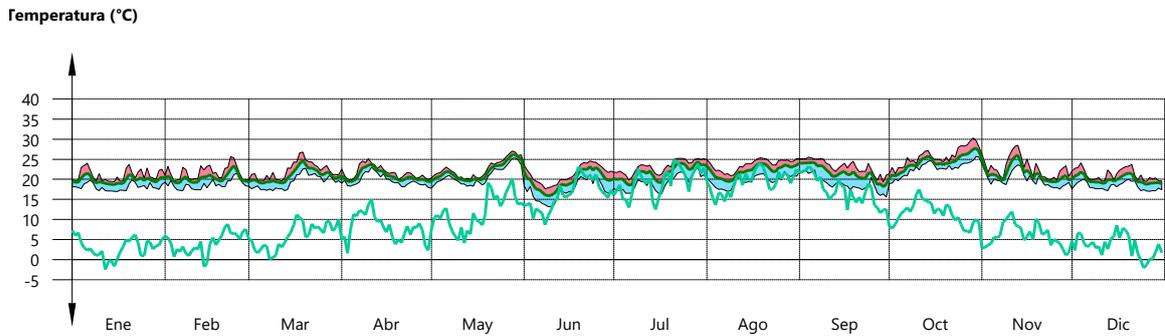


Demanda energética

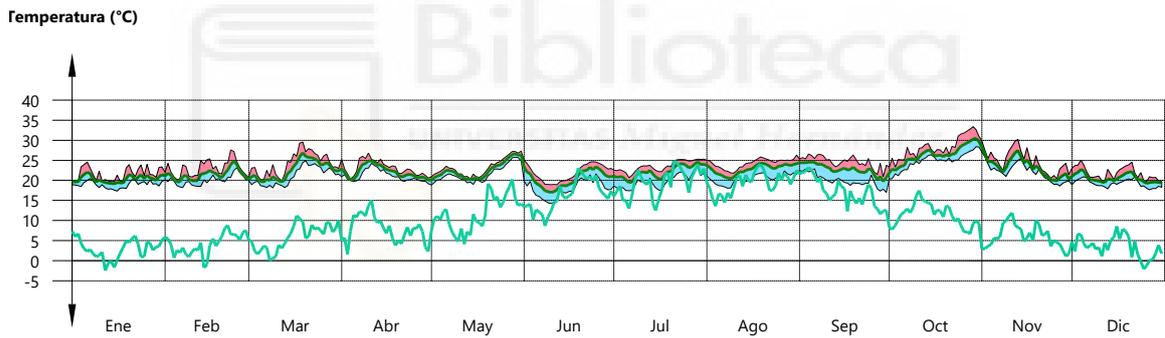
2.3. Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, en cada zona:

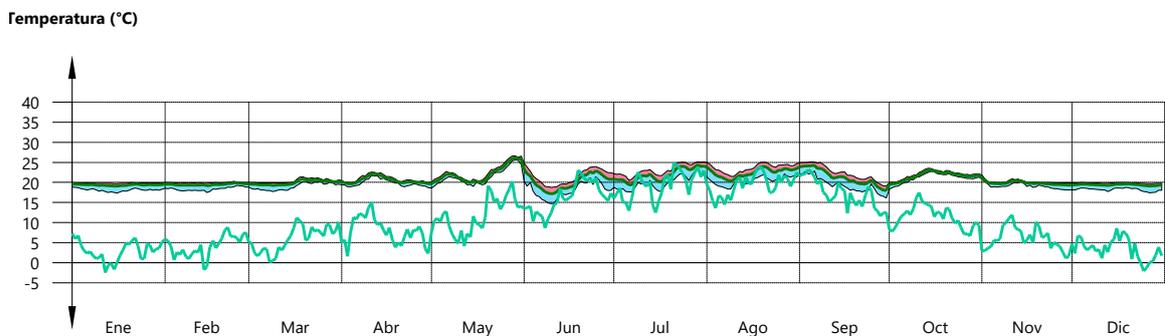
Zona 1 - PB



Zona 2 - P1



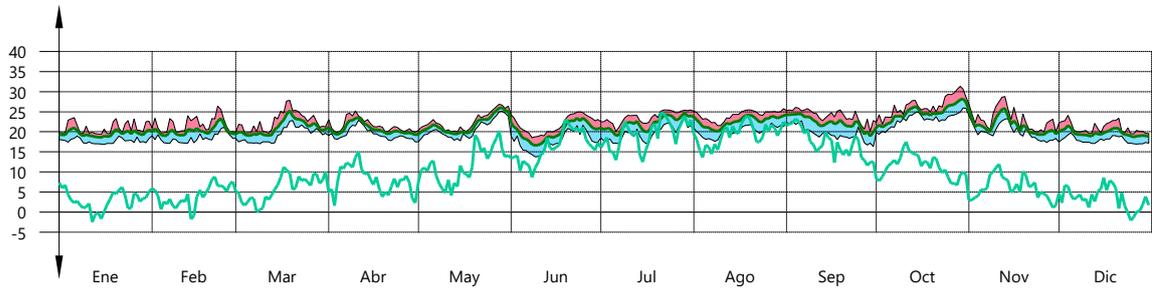
Zona 3 - P1



Demanda energética

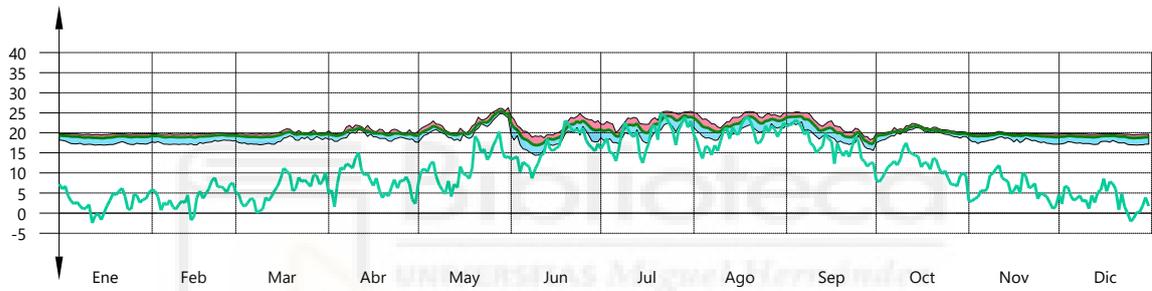
Zona 4 - P2

Temperatura (°C)



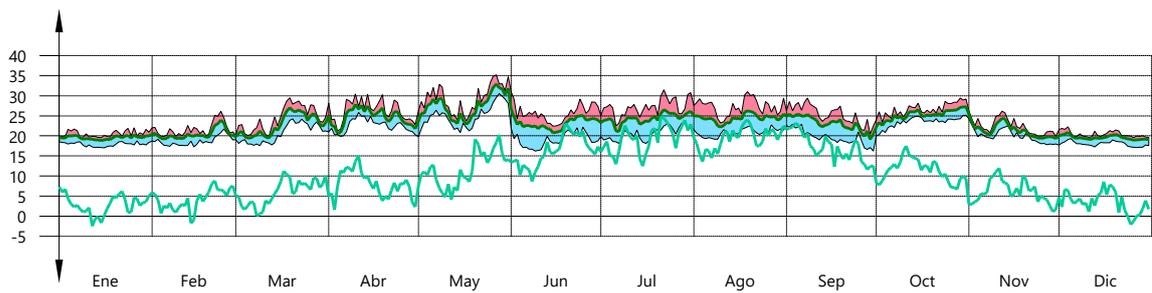
Zona 5 - P2

Temperatura (°C)



Zona 0 - Habitable

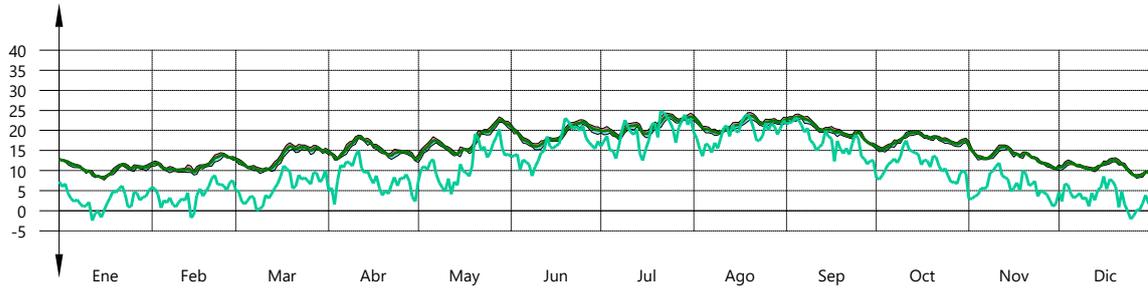
Temperatura (°C)



Zona 0 - No Habitable

Demanda energética

Temperatura (°C)



2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona 1 - PB (A_r = 108.24 m²; V = 279.63 m³)														
Q _{op}	42.9	46.0	45.8	30.7	19.8	395.7	342.8	359.5	389.4	30.3	43.9	42.7	-6304.79	-58.25
	-895.2	-757.6	-765.3	-586.0	-549.6	-512.6	-534.3	-546.5	-598.9	-785.3	-707.8	-855.0		
Q _w	480.4	502.3	477.5	341.2	296.9	295.2	316.2	329.6	409.5	639.6	529.1	477.2	3989.53	36.86
	-158.9	-128.3	-125.9	-95.2	-72.5	-31.7	-27.7	-30.7	-37.9	-107.7	-132.9	-155.6		
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	0.1	2.4	6.2	3.5	1.1	--	--	--	-3395.93	-31.37
	-230.6	-195.9	-194.0	-154.4	-120.9	-513.8	-457.5	-469.1	-502.7	-155.6	-193.0	-221.7		
Q _{equip}	132.9	120.0	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	1564.52	14.45
Q _{ilum}	132.9	120.0	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	132.9	128.6	132.9	128.6	132.9	1564.52	14.45
Q _{ocup}	119.7	109.9	122.0	118.8	119.7	118.8	122.0	119.7	121.1	119.7	116.4	124.4	1432.31	13.23
Q_H	386.5	192.1	185.4	97.9	54.5	--	--	--	--	8.4	95.1	332.1	1351.88	12.49
Q_C	--	--	--	--	--	--	-20.7	-20.6	-28.7	--	--	--	-70.06	-0.65
Q_{HC}	386.5	192.1	185.4	97.9	54.5	--	20.7	20.6	28.7	8.4	95.1	332.1	1421.94	13.14

Zona 2 - P1 (A_r = 42.81 m²; V = 110.90 m³)

Q _{op}	49.8	51.7	54.9	42.4	27.6	196.8	168.3	177.9	200.8	45.0	60.8	50.9	-1669.87	-39.00
	-264.7	-245.0	-277.7	-187.3	-173.7	-195.9	-206.1	-209.7	-244.4	-324.6	-225.2	-242.3		
Q _w	193.6	227.1	247.5	154.5	111.3	117.1	129.1	143.0	212.1	308.9	219.2	182.6	1502.01	35.08
	-101.0	-84.8	-86.5	-65.4	-49.2	-22.0	-18.6	-20.9	-27.5	-76.7	-92.2	-99.1		
Q _{ve+inf}	--	--	--	--	0.0	1.4	3.6	1.9	0.6	--	--	--	-1737.36	-40.58
	-120.6	-107.2	-112.9	-91.8	-67.3	-241.1	-210.4	-219.2	-247.2	-97.0	-114.6	-115.5		
Q _{equip}	52.6	47.5	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	618.80	14.45
Q _{ilum}	52.6	47.5	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	52.6	50.9	52.6	50.9	52.6	618.80	14.45
Q _{ocup}	47.3	43.5	48.3	47.0	47.3	47.0	48.3	47.3	47.9	47.3	46.1	49.2	566.52	13.23
Q_H	96.4	24.9	27.8	4.3	5.6	--	--	--	--	--	8.3	74.6	241.88	5.65
Q_C	--	--	--	--	--	-0.2	-13.5	-20.2	-38.3	--	--	--	-72.15	-1.69
Q_{HC}	96.4	24.9	27.8	4.3	5.6	0.2	13.5	20.2	38.3	--	8.3	74.6	314.04	7.34

Zona 3 - P1 (A_r = 19.59 m²; V = 50.93 m³)

Demanda energética

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Q_{op}	15.7	14.2	15.0	12.5	9.6	83.7	70.7	74.4	74.7	8.0	12.8	15.1	-464.22	-23.70
	-109.2	-85.8	-75.1	-52.4	-60.9	-69.1	-75.9	-71.5	-59.8	-46.5	-59.8	-104.5		
Q_w	6.4	10.2	19.1	24.3	33.4	34.0	35.1	30.3	22.1	17.1	8.3	5.4	146.88	7.50
	-14.6	-11.6	-10.9	-8.5	-6.8	-3.3	-2.8	-3.1	-3.5	-8.3	-11.4	-14.3		
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	0.1	1.5	3.2	2.1	1.0	0.0	--	--	-920.69	-47.00
	-83.0	-68.5	-67.9	-58.7	-47.9	-114.4	-98.1	-101.0	-102.0	-44.9	-63.4	-78.8		
Q_{equip}	24.0	21.7	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	283.14	14.45
Q_{ilum}	24.0	21.7	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	24.0	23.3	24.0	23.3	24.0	283.14	14.45
Q_{ocup}	21.7	19.9	22.1	21.5	21.7	21.5	22.1	21.7	21.9	21.7	21.1	22.5	259.21	13.23
Q_H	115.3	78.6	50.2	15.3	4.0	--	--	--	--	5.8	46.1	107.0	422.22	21.55
Q_C	--	--	--	--	--	--	-1.6	-0.5	-0.9	--	--	--	-3.04	-0.16
Q_{HC}	115.3	78.6	50.2	15.3	4.0	--	1.6	0.5	0.9	5.8	46.1	107.0	425.27	21.71

Zona 4 - P2 ($A_r = 40.04 \text{ m}^2$; $V = 100.10 \text{ m}^3$)

Q_{op}	38.0	41.4	45.0	32.7	23.0	167.6	148.5	153.7	169.2	36.3	47.3	38.1	-2094.77	-52.32
	-353.6	-298.7	-300.5	-205.3	-193.9	-186.5	-189.9	-187.6	-222.2	-305.1	-261.5	-330.8		
Q_w	193.6	217.6	216.8	125.2	108.8	115.4	125.4	121.3	180.5	286.3	222.0	183.0	1451.55	36.25
	-90.6	-73.7	-73.8	-54.8	-42.2	-19.7	-17.3	-19.0	-24.2	-64.1	-76.9	-88.2		
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	0.0	1.3	3.7	2.2	0.7	--	--	--	-1632.72	-40.78
	-130.2	-110.6	-112.8	-90.9	-66.8	-211.4	-189.6	-192.4	-212.3	-90.7	-110.8	-122.3		
Q_{equip}	49.2	44.4	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	578.74	14.45
Q_{ilum}	49.2	44.4	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	49.2	47.6	49.2	47.6	49.2	578.74	14.45
Q_{ocup}	44.3	40.7	45.1	43.9	44.3	43.9	45.1	44.3	44.8	44.3	43.1	46.0	529.83	13.23
Q_H	205.9	99.6	88.2	59.2	35.4	--	--	--	--	2.3	46.3	181.2	718.04	17.93
Q_C	--	--	--	--	--	-0.2	-18.1	-15.3	-25.8	--	--	--	-59.41	-1.48
Q_{HC}	205.9	99.6	88.2	59.2	35.4	0.2	18.1	15.3	25.8	2.3	46.3	181.2	777.45	19.42

Zona 5 - P2 ($A_r = 22.61 \text{ m}^2$; $V = 56.54 \text{ m}^3$)

Q_{op}	11.7	10.8	12.0	9.9	7.5	92.7	82.0	84.1	79.0	3.5	9.1	11.3	-1205.16	-53.29
	-207.2	-172.3	-160.2	-123.6	-117.3	-100.7	-105.6	-101.4	-85.0	-92.8	-151.3	-201.5		
Q_w	11.6	18.9	33.9	47.6	62.5	57.9	64.1	56.9	40.5	32.9	15.7	10.7	328.18	14.51
	-18.8	-14.6	-13.8	-10.6	-8.6	-4.3	-3.8	-4.2	-4.4	-9.6	-14.2	-18.3		
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	0.1	1.4	3.1	2.0	1.2	0.0	--	--	-974.35	-43.09
	-88.6	-72.3	-70.1	-59.9	-46.9	-124.8	-111.8	-113.1	-107.9	-38.8	-64.9	-83.1		
Q_{equip}	27.8	25.1	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	326.86	14.45
Q_{ilum}	27.8	25.1	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	27.8	26.9	27.8	26.9	27.8	326.86	14.45
Q_{ocup}	25.0	23.0	25.5	24.8	25.0	24.8	25.5	25.0	25.3	25.0	24.3	26.0	299.24	13.23
Q_H	211.3	156.9	117.8	58.5	23.6	--	--	--	--	25.1	127.9	199.9	920.81	40.72
Q_C	--	--	--	--	--	--	-7.8	-4.2	-2.3	--	--	--	-14.32	-0.63
Q_{HC}	211.3	156.9	117.8	58.5	23.6	--	7.8	4.2	2.3	25.1	127.9	199.9	935.13	41.35

Zona 0 - Habitable ($A_r = 37.40 \text{ m}^2$; $V = 119.44 \text{ m}^3$)

Q_{op}	41.0	41.7	50.6	47.9	40.4	242.1	227.6	235.3	219.4	36.3	43.7	39.8	-2803.94	-74.97
	-274.6	-259.6	-364.6	-389.1	-498.5	-404.8	-395.9	-375.6	-318.8	-321.2	-209.9	-257.4		
Q_w	153.7	204.4	339.3	388.4	488.7	456.7	481.0	450.2	331.4	304.8	175.3	132.2	3027.76	80.96
	-113.9	-94.6	-97.7	-83.6	-74.6	-33.7	-27.6	-28.9	-32.9	-83.0	-96.6	-111.1		
Q_{ve+inf}	--	--	--	--	--	0.2	1.4	0.9	0.4	--	--	--	-1698.86	-45.42
	-85.3	-73.6	-85.1	-85.9	-78.5	-311.3	-262.8	-255.1	-251.0	-62.0	-71.4	-79.7		
Q_{equip}	45.9	41.5	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	540.58	14.45

Demanda energética

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Q _{ilum}	45.9	41.5	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	45.9	44.4	45.9	44.4	45.9	540.58	14.45
Q _{ocup}	41.4	38.0	42.2	41.0	41.4	41.0	42.2	41.4	41.8	41.4	40.2	43.0	494.90	13.23
Q_H	151.7	66.6	31.3	0.3	0.1	--	--	--	--	0.2	34.4	147.1	431.59	11.54
Q_C	--	--	--	--	-0.4	-69.8	-147.3	-150.5	-71.9	--	--	--	-439.92	-11.76
Q_{HC}	151.7	66.6	31.3	0.3	0.5	69.8	147.3	150.5	71.9	0.2	34.4	147.1	871.51	23.30

Zona 0 - No Habitable (A_t = 3.91 m²; V = 9.95 m³)

Q _{op}	19.8	17.1	18.9	18.0	15.0	8.4	6.9	7.2	8.1	15.6	18.6	19.1	166.36	42.51
Q _{ve+inf}	0.0	0.1	0.2	0.1	0.5	1.6	2.8	2.1	1.1	0.1	0.1	0.0	-166.65	-42.59
Q _{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ilum}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q _{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

donde:

A_t: Superficie útil de la zona térmica, m².

V: Volumen interior neto de la zona térmica, m³.

Q_{op}: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_w: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_{ve+inf}: Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.

Q_{equip}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.

Q_{ilum}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.

Q_{ocup}: Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.

Q_H: Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.

Q_C: Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.

Q_{HC}: Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

3.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m ²)	V (m ³)	η (%)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ^o calef. media (°C)	T ^o refrig. media (°C)
Zona 1 - PB (Zona habitable)											
Sala de estar-Cocina	62.61	162.18	81.00	0.35	828.42	523.00	904.89	--	904.89	19.0	26.0
Comedor	23.39	59.81	81.00	0.94	309.45	195.36	338.02	--	338.02	19.0	26.0
Escaleras	10.00	26.00	81.00	--	132.31	83.53	144.52	--	144.52	19.0	26.0
Vestíbulo	7.29	18.94	81.00	--	96.40	60.86	105.30	--	105.30	19.0	26.0
Aseo1	2.83	7.36	81.00	--	37.45	23.65	40.91	--	40.91	19.0	26.0
Galería1	2.14	5.34	81.00	--	28.27	17.85	30.88	--	30.88	19.0	26.0
	108.24	279.63	81.00	0.40/0.89*	1432.30	904.24	1564.52	--	1564.52	19.0	26.0

Zona 2 - P1 (Zona habitable)

Dormitorio1	26.64	69.27	81.00	0.43	352.56	222.58	385.10	--	385.10	19.0	26.0
Vestidor1	9.01	23.42	81.00	1.28	119.17	75.24	130.17	--	130.17	19.0	26.0
Baño1	4.99	12.55	81.00	--	66.00	41.67	72.09	--	72.09	19.0	26.0
Aseo2	2.18	5.66	81.00	--	28.79	18.17	31.45	--	31.45	19.0	26.0
	42.81	110.90	81.00	0.54/1.05*	566.52	357.65	618.81	--	618.81	19.0	26.0

Demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	η (%)	ren _h (1/h)	$\Sigma Q_{ocup,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{ocup,l}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,l}$ (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	T ^o calef. media (°C)	T ^o refriger. media (°C)
Zona 3 - P1 (Zona habitable)											
Gimnasio	10.87	28.26	81.00	2.00	143.83	90.80	157.10	--	157.10	19.0	26.0
Galería2	8.72	22.67	81.00	--	115.38	72.84	126.03	--	126.03	19.0	26.0
	19.59	50.93	81.00	1.11/1.58*	259.21	163.64	283.14	--	283.14	19.0	26.0
Zona 4 - P2 (Zona habitable)											
Dormitorio2	35.32	88.30	81.00	0.34	467.37	295.06	510.51	--	510.51	19.0	26.0
Baño2	3.39	8.49	81.00	--	44.92	28.36	49.07	--	49.07	19.0	26.0
Aseo3	1.32	3.31	81.00	--	17.53	11.07	19.15	--	19.15	19.0	26.0
	40.04	100.10	81.00	0.30/0.91*	529.83	334.49	578.73	--	578.73	19.0	26.0
Zona 5 - P2 (Zona habitable)											
Dormitorio3	18.08	45.20	81.00	0.67	239.23	151.03	261.32	--	261.32	19.0	26.0
Baño3	4.53	11.34	81.00	--	60.01	37.88	65.54	--	65.54	19.0	26.0
	22.61	56.54	81.00	0.53/1.13*	299.24	188.92	326.86	--	326.86	19.0	26.0
Zona 0 - Habitable (Zona habitable)											
Ascensor	2.25	5.84	81.00	0.63	29.73	18.77	32.48	--	32.48	19.0	26.0
Pasillo	16.29	55.67	81.00	--	215.53	136.07	235.43	--	235.43	19.0	26.0
Ascensor	0.14	5.84	81.00	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02	19.0	26.0
Pasillo	18.59	46.46	81.00	--	245.93	155.26	268.63	--	268.63	19.0	26.0
Ascensor	0.14	5.62	81.00	0.63	1.85	1.17	2.02	--	2.02	19.0	26.0
	37.40	119.44	81.00	0.09/0.65*	494.90	312.44	540.59	--	540.59	19.0	26.0
Zona 0 - No Habitable (Zona no habitable)											
Armario1	2.20	5.50	--	1.00	--	--	--	--	--	Oscilación libre	
Armario2	1.71	4.45	--	1.00	--	--	--	--	--	Oscilación libre	
	3.91	9.95	--	1.00	--	--	--	--	--	Oscilación libre	

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m².
- V: Volumen interior neto del recinto, m³.
- η : Eficiencia térmica de la recuperación de calor, %.
- ren_h: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- Q_{ocup,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ocup,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,s}: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{equip,l}: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- T^o calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
- T^o refriger. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

INFORME NORMATIVA DB HE1



**Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1:
Condiciones para el control de la demanda energética**



ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.....	3
1.1. Condiciones de la envolvente térmica.....	3
1.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica.....	3
1.1.2. Control solar de la envolvente térmica.....	4
1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica.....	4
1.2. Limitación de descompensaciones.....	4
1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica.....	4
2. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO.....	4
2.1. Zonificación climática.....	4
2.2. Agrupaciones de recintos.....	4
3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO.....	5
3.1. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica.....	5
3.1.1. Cerramientos opacos.....	5
3.1.2. Huecos.....	6
3.1.3. Puentes térmicos.....	8



Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Condiciones de la envolvente térmica

1.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite de transmitancia térmica descrito en la tabla 3.1.1.a del DB HE1. 

Demanda energética anual por superficie útil

Según el apartado 3.1.1.6 de CTE DB HE 1, alternativamente, los edificios o, cuando se trate de intervenciones parciales en edificios existentes, las partes de los mismos sobre las que se intervenga, cuyas demandas de calefacción y refrigeración sean menores, en ambos casos, de 15 kWh/m², podrán excluirse del cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

$$D_{cal,edificio} = 15.1 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{cal,lim} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

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

$$D_{ref,edificio} = 2.43 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} < D_{ref,lim} = 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

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

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

Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)

$$K = 0.37 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \leq K_{lim} = 0.45 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

donde:

K : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

	S (m ²)	L (m)	K _i (W/(m ² ·K))	%K
Área total de intercambio de la envolvente térmica = 610.155 m²				
Fachadas	323.03	--	0.09	25.37
Suelos en contacto con el terreno	116.00	--	0.02	6.18
Cubiertas	105.47	--	0.04	10.10
Huecos	65.65	--	0.12	32.08
Puentes térmicos	--	461.775	0.10	26.26

donde:

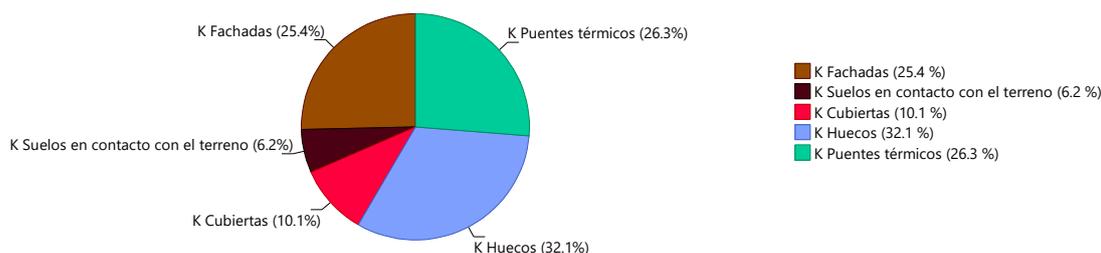
S : Superficie, m².

L : Longitud, m.

K_i : Coeficiente parcial de transmisión de calor, W/(m²·K).

%K: Porcentaje del coeficiente global de transmisión de calor., %.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética



1.1.2. Control solar de la envolvente térmica

$$q_{sol,jul} = 0.79 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{sol,jul_lim} = 2.00 \text{ kWh/m}^2$$



donde:

$q_{sol,jul}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

q_{sol,jul_lim} : Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

$$n_{50} = 3.851 \text{ h}^{-1} \leq n_{50_lim} = 6.000 \text{ h}^{-1}$$



donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

n_{50_lim} : Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

1.2. Limitación de descompensaciones

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1.



1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

Limitación de condensaciones: en la envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales que puedan producir una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.



2. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO

2.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **León (provincia de León)**, con una altura sobre el nivel del mar de **838.000 m**. Le corresponde, conforme al Anejo B de CTE DB HE, la zona climática **E1**.

La pertenencia a dicha zona climática, junto con el tipo y el uso del edificio (**Obra nueva - Residencial privado**), define los valores límite aplicables en la cuantificación de la exigencia, descritos en la sección HE1. Control de la demanda energética del edificio, del Documento Básico HE Ahorro de energía, del CTE.

2.2. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de la envolvente térmica del edificio, así como la de cada una de las zonas que han sido incluidas en la misma:

	S (m ²)	V (m ³)	V _{inf} (m ³)	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Zona 1 - PB	108.24	286.78	279.63	59.72	2.955	-	-
Zona 2 - P1	42.81	139.05	110.90	24.13	3.324	-	-
Zona 3 - P1	19.59	61.25	50.93	6.51	4.358	-	-
Zona 4 - P2	40.04	122.90	100.10	23.39	5.495	-	-
Zona 5 - P2	22.61	69.17	56.54	11.49	6.275	-	-
Zona 0 - Habitable	37.40	147.10	119.44	89.19	3.337	-	-

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	S (m ²)	V (m ³)	V _{inf} (m ³)	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Zona 0 - No Habitable	--	12.19	9.95	0	8.177	-	-
Envolvente térmica	270.70	838.44	727.48	214.43	3.9	0.79	1.4

donde:

S: Superficie útil interior, m².

V: Volumen interior, m³.

V_{inf}: Volumen interior para el cálculo de las infiltraciones, m³.

Q_{sol,jul}: Ganancias solares para el mes de julio de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica, con sus protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.

n₅₀: Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

q_{sol,jul}: Control solar, kWh/m²/mes.

V/A: Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m³/m².

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO

3.1. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica

3.1.1. Cerramientos opacos

Los cerramientos opacos suponen el **41.66%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 1 - PB								
Fachada		4.68	0.18	0.37	0.60	Sur(180)	0.84	✓
Fachada		43.16	0.18	0.37	0.60	Este(90)	7.72	✓
Fachada		38.53	0.18	0.37	0.60	Oeste(270)	6.90	✓
Fachada		19.68	0.18	0.37	0.60	Norte(0)	3.52	✓
Cubierta		17.25	0.22	0.33	0.40	-	3.76	✓
Solera		111.55	0.12	0.59	-	-	13.55	✓
							36.29	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 2 - P1								
Fachada		13.51	0.18	0.37	0.60	Este(90)	2.42	✓
Fachada		4.09	0.18	0.37	0.60	Sur(180)	0.73	✓
Fachada		27.18	0.18	0.37	0.60	Oeste(270)	4.86	✓
Fachada		3.69	0.18	0.37	0.60	Norte(0)	0.66	✓
Cubierta		4.12	0.22	0.33	0.40	-	0.90	✓
							9.57	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 3 - P1								
Fachada		12.95	0.18	0.37	0.60	Norte(0)	2.32	✓
Fachada		10.92	0.18	0.37	0.60	Oeste(270)	1.95	✓
Fachada		6.14	0.18	0.37	0.60	Sur(180)	1.10	✓
Fachada		7.23	0.18	0.37	0.60	Este(90)	1.29	✓
							6.67	

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 4 - P2								
Fachada		4.17	0.18	0.37	0.60	Sur(180)	0.75	✓
Fachada		16.11	0.18	0.37	0.60	Este(90)	2.88	✓
Fachada		21.24	0.18	0.37	0.60	Oeste(270)	3.80	✓
Fachada		4.34	0.18	0.37	0.60	Norte(0)	0.78	✓
Cubierta		39.46	0.22	0.33	0.40	-	8.61	✓
							16.82	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 5 - P2								
Fachada		9.59	0.18	0.37	0.60	Este(90)	1.72	✓
Fachada		8.83	0.18	0.37	0.60	Oeste(270)	1.58	✓
Fachada		13.20	0.18	0.37	0.60	Norte(0)	2.36	✓
Fachada		5.91	0.18	0.37	0.60	Sur(180)	1.06	✓
Cubierta		22.56	0.22	0.33	0.40	-	4.92	✓
							11.64	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 0 - Habitable								
Fachada		21.65	0.18	0.37	0.60	Este(90)	3.87	✓
Fachada		14.08	0.18	0.37	0.60	Oeste(270)	2.52	✓
Cubierta		19.87	0.22	0.33	0.40	-	4.34	✓
Solera		2.25	0.12	0.59	-	-	0.27	✓
							11.00	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona 0 - No Habitable								
Fachada		2.90	0.16 (b = 0.89)	0.37	0.60	Sur(180)	0.52	✓
Fachada		4.88	0.16 (b = 0.89)	0.37	0.60	Oeste(270)	0.87	✓
Fachada		4.38	0.04 (b = 0.24)	0.37	0.60	Este(90)	0.78	✓
Cubierta		2.20	0.19 (b = 0.89)	0.33	0.40	-	0.48	✓
Solera		2.20	0.11 (b = 0.89)	0.59	-	-	0.27	✓
							2.92	

donde:

S: Superficie, m².

U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).

U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).

b: Coeficiente de reducción de temperatura.

α: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.

3.1.2. Huecos

Los huecos suponen el **32.08%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	S (m ²)	O. (°)	F_F (%)	U (W/(m ² ·K))	U_{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g_{gl,n}	g_{gl,sh,wi}	Q_{sol,jul} (kWh/mes)	%q_{sol,jul}	
Zona 1 - PB											
Cristalera (560-565)	11.21	Sur(180)	0.20	1.11	1.80	12.40	0.49	0.08	29.89	13.94	✓
Cristalera (230-235)	4.67	Sur(180)	0.20	1.11	1.80	5.16	0.49	0.08	15.39	7.18	✓
Cristalera (235-240)	4.71	Norte(0)	0.20	1.11	1.80	5.21	0.49	0.08	14.43	6.73	✓
Pext (90-95)	1.86	Este(90)	1.00	1.63	5.70	3.02	0	0	0	0	✓
	25.80								59.72	27.85	
Zona 2 - P1											
Cristalera (510-515)	10.21	Sur(180)	0.20	1.11	1.80	11.29	0.49	0.08	21.07	9.83	✓
Ventana (220-225)	2.21	Norte(0)	0.20	1.07	1.80	2.37	0.49	0.08	3.06	1.43	✓
	13.65								24.13	11.25	
Zona 3 - P1											
Ventana (40-45)	0.40	Este(90)	0.20	1.07	1.80	0.43	0.49	0.08	2.20	1.02	✓
Ventana (150-155)	1.50	Norte(0)	0.20	1.07	1.80	1.60	0.49	0.08	4.32	2.01	✓
	2.03								6.51	3.04	
Zona 4 - P2											
Cristalera (505-510)	10.13	Sur(180)	0.20	1.11	1.80	11.20	0.49	0.08	20.23	9.44	✓
Ventana (155-160)	1.56	Norte(0)	0.20	1.07	1.80	1.67	0.49	0.08	3.16	1.47	✓
	12.87								23.39	10.91	
Zona 5 - P2											
Ventana (40-45)	0.40	Este(90)	0.20	1.07	1.80	0.43	0.49	0.08	2.20	1.03	✓
Ventana (70-75)	0.70	Oeste(270)	0.20	1.07	1.80	0.75	0.49	0.08	3.76	1.75	✓
Ventana (70-75)	0.70	Norte(0)	0.20	1.07	1.80	0.75	0.49	0.08	1.77	0.82	✓
Ventana (70-75)	0.70	Oeste(270)	0.20	1.07	1.80	0.75	0.49	0.08	3.76	1.75	✓
	2.67								11.49	5.36	
Zona 0 - Habitable											
Ventana (270-275)	2.72	Este(90)	0.20	1.07	1.80	2.90	0.49	0.08	16.80	7.83	✓
Cristalera (505-510)	9.98	Este(90)	0.20	1.11	1.80	11.04	0.49	0.08	67.05	31.27	✓
Ventana (195-200)	1.99	Oeste(270)	0.20	1.07	1.80	2.13	0.49	0.08	5.34	2.49	✓
	16.07								89.19	41.59	

donde:

- S:* Superficie, m².
- O.:* Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.
- F_F:* Fracción de parte opaca, %.
- U:* Transmitancia térmica, W/(m²·K).
- U_{lim}:* Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).
- g_{gl}:* Factor solar.
- g_{gl,sh,wi}:* Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados.
- Q_{sol,jul}:* Ganancia solar para el mes de julio con las protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.
- %q_{sol,jul}:* Repercusión en el parámetro de control solar de la envolvente térmica, %.

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

3.1.3. Puentes térmicos

Los puentes térmicos suponen el **26.26%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 1 - PB				
Hueco de ventana		10.298	0.080	0.8
Hueco de ventana		12.000	0.013	0.2
Hueco de ventana		10.298	0.107	1.1
Encuentro de fachada con solera		50.413	0.584	29.5
Esquina saliente de fachadas		10.100	0.030	0.3
Encuentro de fachada con forjado		33.191	0.030	1.0
Encuentro de fachada con cubierta		10.249	0.240	2.5
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.050	-0.1
				35.2

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 2 - P1				
Hueco de ventana		7.318	0.080	0.6
Hueco de ventana		4.000	0.013	0.1
Hueco de ventana		5.103	0.107	0.5
Esquina saliente de fachadas		7.500	0.030	0.2
Encuentro de fachada con forjado		40.640	0.030	1.2
Hueco de ventana		2.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		2.215	0.111	0.2
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.050	-0.1
Encuentro de fachada con cubierta		4.108	0.240	1.0
				3.7

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 3 - P1				
Encuentro de fachada con forjado		22.742	0.030	0.7
Esquina entrante de fachadas		2.600	-0.050	-0.1
Esquina saliente de fachadas		7.800	0.030	0.2
Hueco de ventana		1.899	0.080	0.2
Hueco de ventana		4.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		1.899	0.111	0.2
				1.2

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 4 - P2				
Hueco de ventana		6.626	0.080	0.5
Hueco de ventana		4.000	0.013	0.1
Hueco de ventana		5.063	0.107	0.5
Hueco de ventana		2.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		1.563	0.111	0.2
Encuentro de fachada con forjado		20.438	0.030	0.6
Esquina saliente de fachadas		7.500	0.030	0.2

Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1: Condiciones para el control de la demanda energética

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.050	-0.1
Encuentro de fachada con cubierta		23.023	0.240	5.5
				7.5

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 5 - P2				
Hueco de ventana		2.500	0.080	0.2
Hueco de ventana		8.000	0.009	0.1
Hueco de ventana		2.500	0.111	0.3
Encuentro de fachada con forjado		15.469	0.030	0.5
Esquina saliente de fachadas		7.500	0.030	0.2
Encuentro de fachada con cubierta		15.957	0.240	3.8
Esquina entrante de fachadas		2.500	-0.050	-0.1
				4.9

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 0 - Habitable				
Hueco de ventana		9.701	0.080	0.8
Hueco de ventana		4.000	0.009	0.0
Hueco de ventana		4.711	0.111	0.5
Esquina entrante de fachadas		10.100	-0.050	-0.5
Encuentro de fachada con forjado		19.263	0.030	0.6
Hueco de ventana		4.000	0.013	0.1
Hueco de ventana		4.990	0.107	0.5
Encuentro de fachada con cubierta		10.563	0.240	2.5
				4.5

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona 0 - No Habitable				
Encuentro de fachada con solera		3.114	0.584	1.8
Esquina saliente de fachadas		2.500	0.030	0.1
Encuentro de fachada con cubierta		3.114	0.240	0.7
Encuentro de fachada con forjado		3.210	0.030	0.1
				2.7

donde:

L: Longitud, m.

Ψ : Transmitancia térmica lineal, W/(m·K).

ANEXO III

INFORMES CYPETHERM IMPROVEMENTS PLUS



Balance energético



ÍNDICE

1. MODELO BASE. INSTALACIÓN PTAC + AEROTERMIA (SR Y CALEF.) + REC.....	4
1.1. Balance energético.....	4
1.2. Envoltente.....	4
1.2.1. Indicadores de calefacción.....	4
1.2.2. Indicadores de refrigeración.....	4
2. MEJORA 1.....	6
2.1. Balance energético.....	6
2.2. Envoltente.....	6
2.2.1. Indicadores de calefacción.....	6
2.2.2. Indicadores de refrigeración.....	6
3. MEJORA 2.....	8
3.1. Balance energético.....	8
3.2. Envoltente.....	8
3.2.1. Indicadores de calefacción.....	8
3.2.2. Indicadores de refrigeración.....	8
4. MEJORA 3.....	10
4.1. Balance energético.....	10
4.2. Envoltente.....	10
4.2.1. Indicadores de calefacción.....	10
4.2.2. Indicadores de refrigeración.....	10
5. MEJORA 4.....	12
5.1. Balance energético.....	12
5.2. Envoltente.....	12
5.2.1. Indicadores de calefacción.....	12
5.2.2. Indicadores de refrigeración.....	12
6. MEJORA 5.....	14
6.1. Balance energético.....	14
6.2. Envoltente.....	14
6.2.1. Indicadores de calefacción.....	14
6.2.2. Indicadores de refrigeración.....	14



1. MODELO BASE. INSTALACIÓN PTAC + AEROTERMIA (SR Y CALEF.) + REC

Balance energético

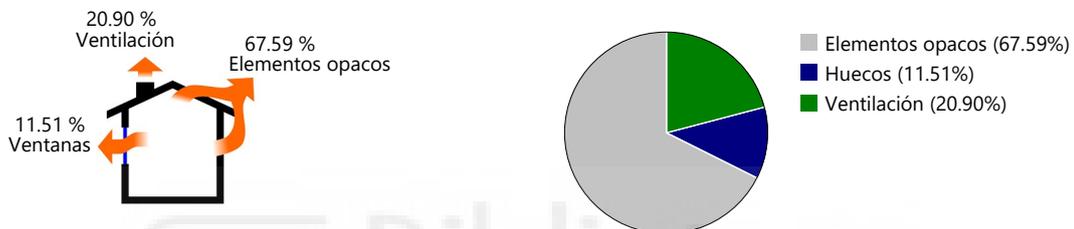
1. MODELO BASE. INSTALACIÓN PTAC + AEROTERMIA (SR Y CALEF.) + REC

1.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	22.33
Refrigeración	16.21
ACS	4.25
Ventilación	6.44

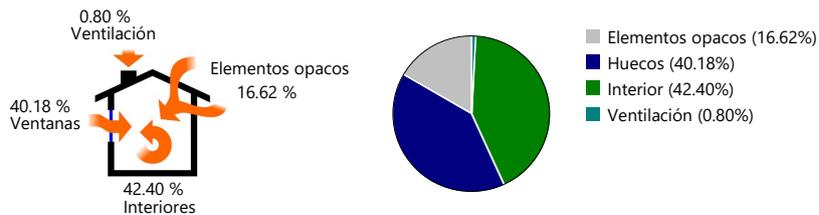
1.2. Envoltente

1.2.1. Indicadores de calefacción



Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.59
Huecos	11.51
Ventilación	20.90

1.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	16.62
Huecos	40.18
Interior	42.40
Ventilación	0.80



2. MEJORA 1

Balance energético

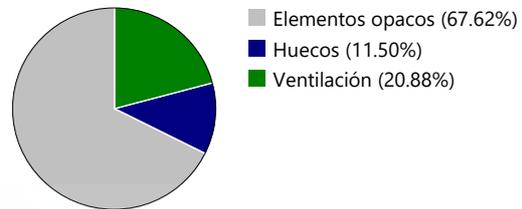
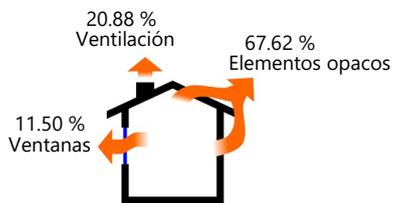
2. MEJORA 1

2.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	7.32
Refrigeración	3.69
ACS	0.96
Ventilación	1.46

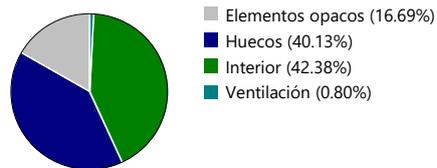
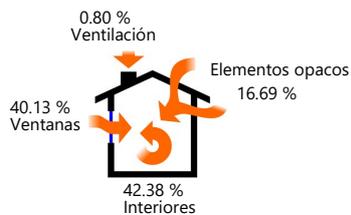
2.2. Envoltente

2.2.1. Indicadores de calefacción



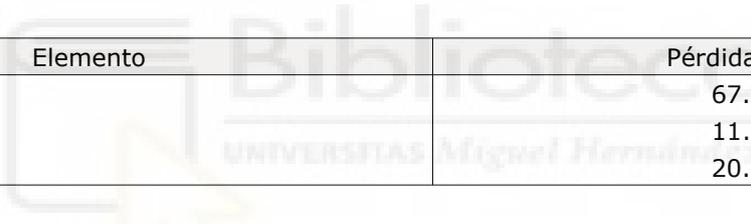
Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.62
Huecos	11.50
Ventilación	20.88

2.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	16.69
Huecos	40.13
Interior	42.38
Ventilación	0.80

Producido por una Ventana Educativa de CYPE





3. MEJORA 2

Balance energético

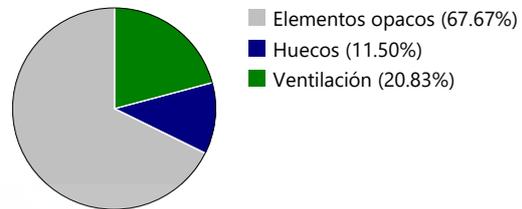
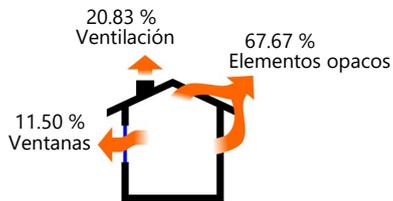
3. MEJORA 2

3.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	5.06
Refrigeración	7.90
ACS	4.25
Ventilación	6.44

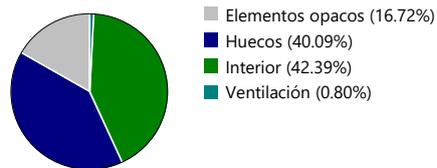
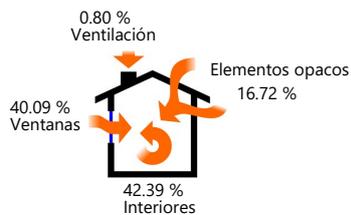
3.2. Envoltente

3.2.1. Indicadores de calefacción



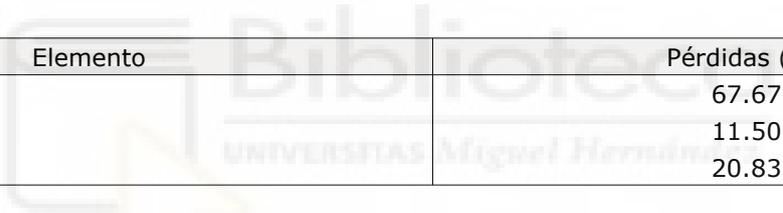
Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.67
Huecos	11.50
Ventilación	20.83

3.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	16.72
Huecos	40.09
Interior	42.39
Ventilación	0.80

Producido por una Ventana Educativa de CYPE





4. MEJORA 3

Balance energético

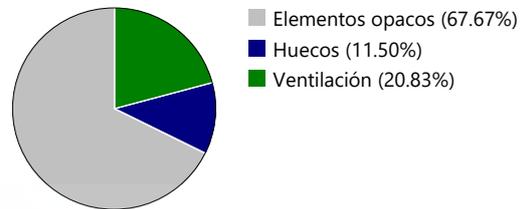
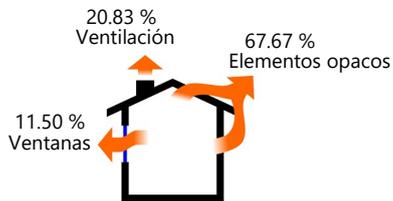
4. MEJORA 3

4.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	1.13
Refrigeración	0.00
ACS	0.00
Ventilación	0.00

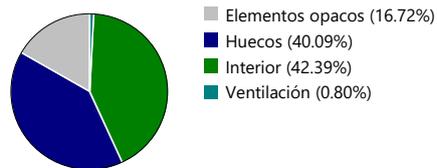
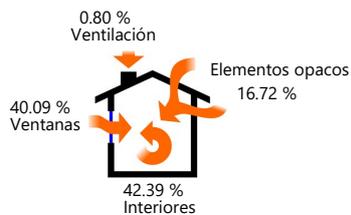
4.2. Envoltente

4.2.1. Indicadores de calefacción



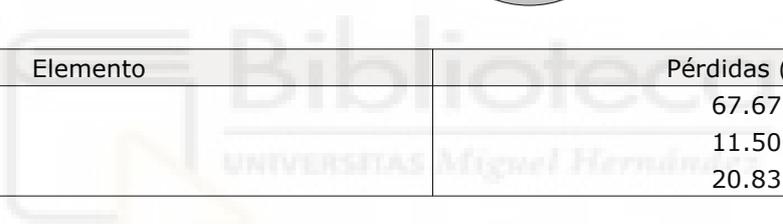
Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.67
Huecos	11.50
Ventilación	20.83

4.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	16.72
Huecos	40.09
Interior	42.39
Ventilación	0.80

Producido por una Ventana Educativa de CYPE





5. MEJORA 4

Balance energético

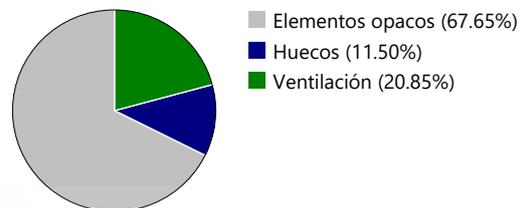
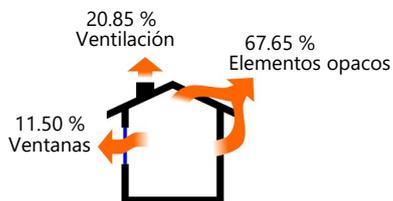
5. MEJORA 4

5.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	4.40
Refrigeración	7.66
ACS	4.25
Ventilación	6.44

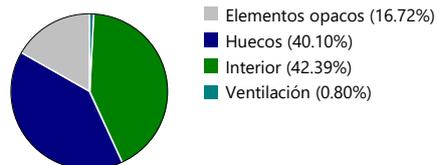
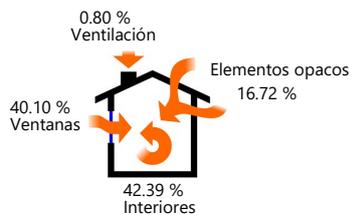
5.2. Envoltente

5.2.1. Indicadores de calefacción



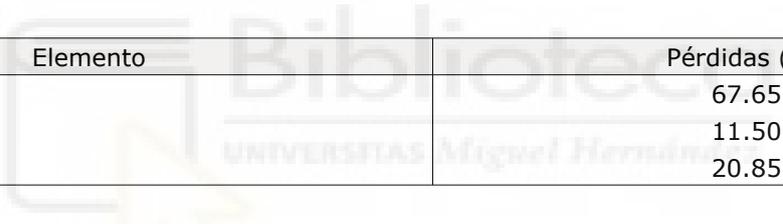
Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.65
Huecos	11.50
Ventilación	20.85

5.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	16.72
Huecos	40.10
Interior	42.39
Ventilación	0.80

Producido por una Ventana Educativa de CYPE





6. MEJORA 5

Balance energético

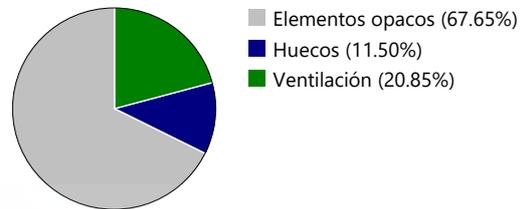
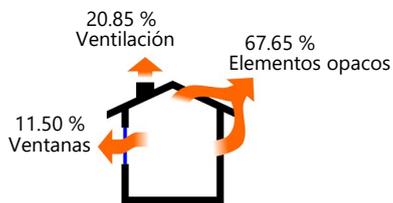
6. MEJORA 5

6.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	1.37
Refrigeración	0.00
ACS	0.00
Ventilación	0.00

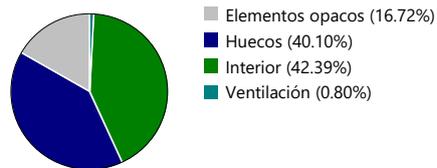
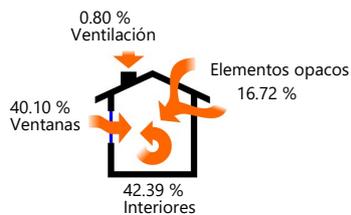
6.2. Envoltente

6.2.1. Indicadores de calefacción



Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	67.65
Huecos	11.50
Ventilación	20.85

6.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	16.72
Huecos	40.10
Interior	42.39
Ventilación	0.80

Producido por una Ventilación educativa de CYPE

Estudio de medidas de mejora

Producido por una versión educativa de CYPE



ÍNDICE

1. RESUMEN DE RESULTADOS.....	3
2. ANÁLISIS ENERGÉTICO.....	4
2.1. Mejora 1.....	5
2.2. Mejora 2.....	6
2.3. Mejora 3.....	7
2.4. Mejora 4.....	8
2.5. Mejora 5.....	9
3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS.....	10
3.1. Costes y subvenciones.....	11
3.1.1. Situación inicial.....	11
3.1.2. Mejora 1.....	11
3.1.3. Mejora 2.....	11
3.1.4. Mejora 3.....	11
3.1.5. Mejora 4.....	11
3.1.6. Mejora 5.....	12
3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión.....	12



Estudio de medidas de mejora

1. RESUMEN DE RESULTADOS

	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste anual de la energía (EUR)	Ahorro neto anual (EUR)	Recuperación de la inversión (año)	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m ²)	Emisiones (kg CO ₂ /m ²)
Situación inicial	0.00	1149.66	0.00	0.00	49.23	8.47
Mejora 1	0.00	307.52	842.15	0.00	13.43	2.39
Mejora 2	0.00	552.82	596.84	0.00	23.65	4.06
Mejora 3	0.00	23.14	1126.52	0.00	1.13	0.24
Mejora 4	0.00	531.01	618.66	0.00	22.75	3.91
Mejora 5	0.00	28.02	1121.65	0.00	1.37	0.29

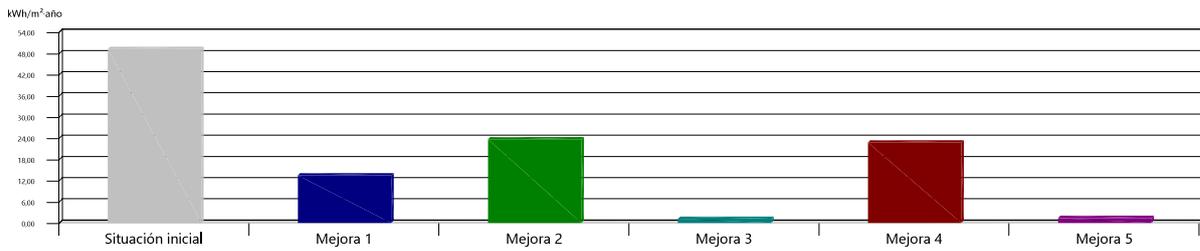
Producido por una versión educativa de CYPE



Estudio de medidas de mejora

2. ANÁLISIS ENERGÉTICO

	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m ²)
Situación inicial	49.23
Mejora 1	13.43
Mejora 2	23.65
Mejora 3	1.13
Mejora 4	22.75
Mejora 5	1.37



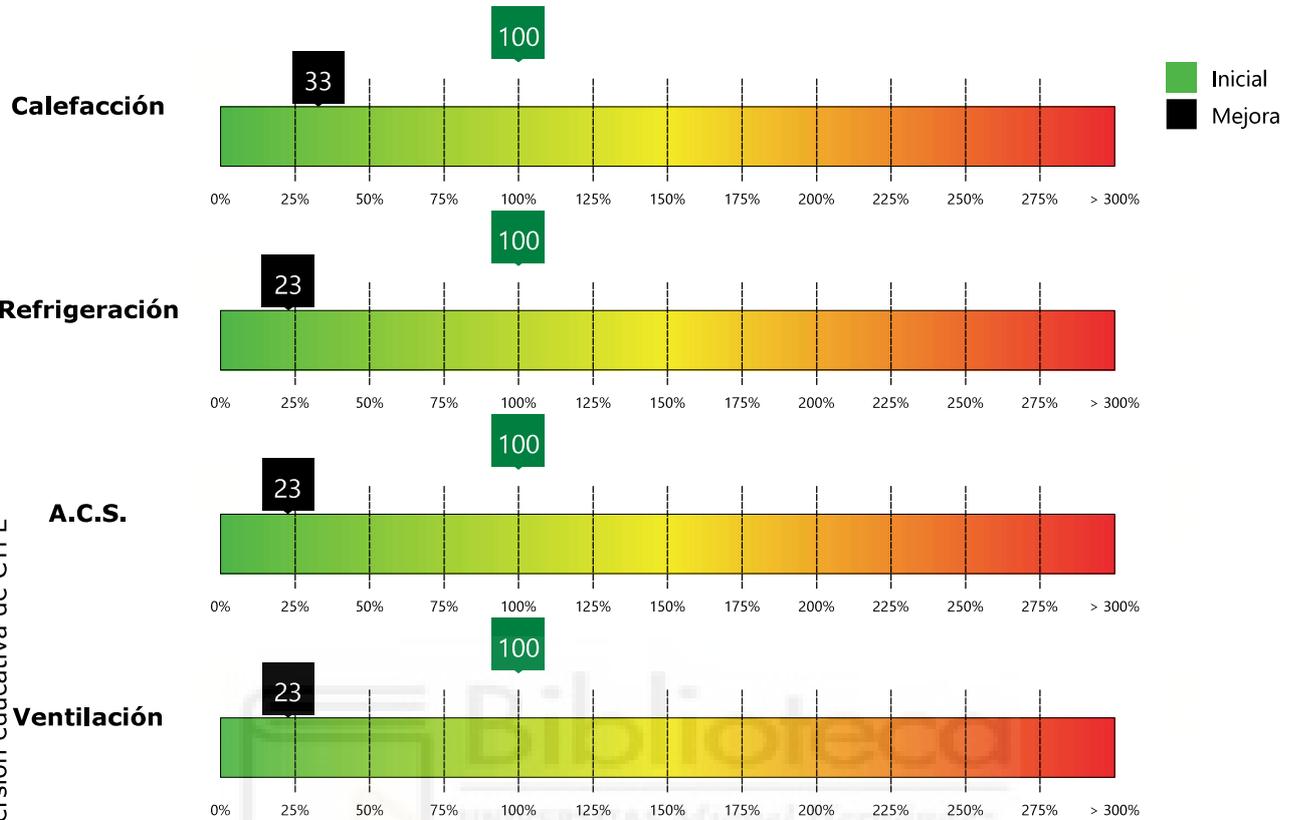
Producido por una versión educativa de CYPE



Estudio de medidas de mejora

2.1. Mejora 1

Adición de Instalación FV a Instalación Inicial de SR + PTAC



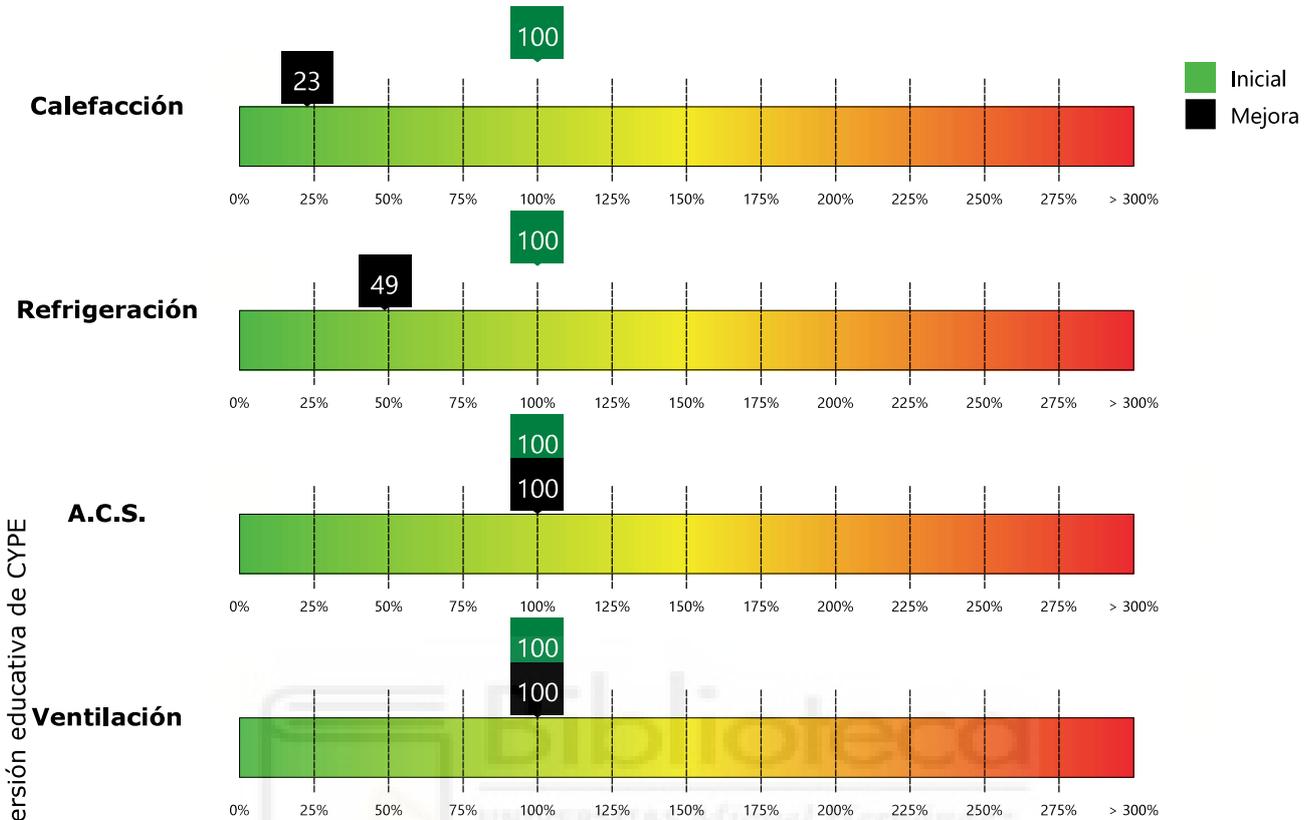
Superficie(Inicial): 270.70 m²
Superficie(Mejora): 270.70 m²

Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable			Coste anual de la energía				
	Inicial		Mejora	Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia	
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	22.33	45.36	7.32	54.50	15.01	1.91	0.60	1.31
Refrigeración	16.21	32.93	3.69	27.48	12.52	1.41	0.32	1.09
A.C.S.	4.25	8.63	0.96	7.15	3.29	0.37	0.08	0.29
Ventilación	6.44	13.08	1.46	10.87	4.98	0.56	0.13	0.43
Total	49.23	100.00	13.43	100.00	35.80	4.25	1.14	3.11

Estudio de medidas de mejora

2.2. Mejora 2

Cambio de Instalación de Climatización de PTAC a Toshiba (Conductos 1x1)



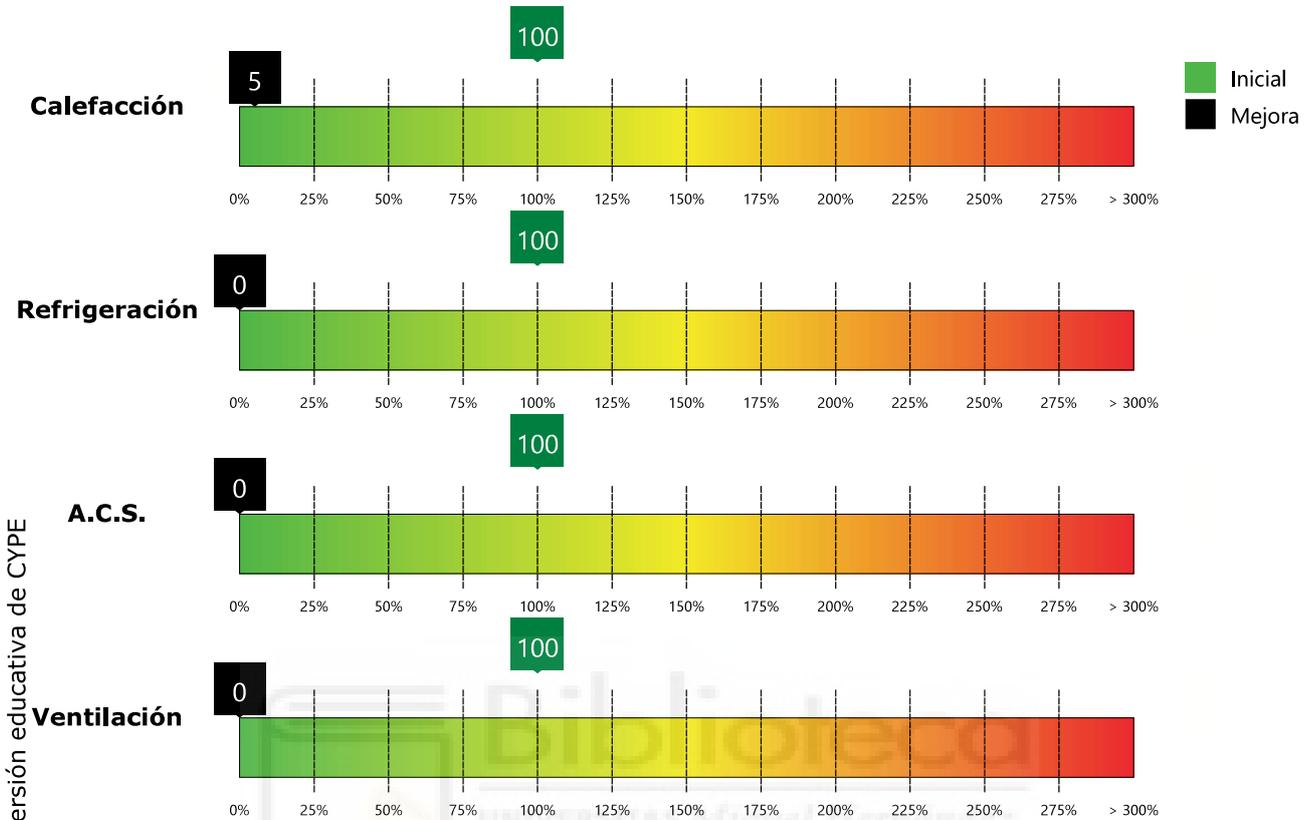
Superficie(Inicial): 270.70 m²
 Superficie(Mejora): 270.70 m²

Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable			Coste anual de la energía				
	Inicial	Mejora	Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia		
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	22.33	45.36	5.06	21.40	17.27	1.91	0.43	1.48
Refrigeración	16.21	32.93	7.90	33.40	8.31	1.41	0.69	0.72
A.C.S.	4.25	8.63	4.25	17.97	0.00	0.37	0.37	0.00
Ventilación	6.44	13.08	6.44	27.23	0.00	0.56	0.56	0.00
Total	49.23	100.00	23.65	100.00	25.58	4.25	2.04	2.20

Estudio de medidas de mejora

2.3. Mejora 3

Adición de Instalación FV a Instalación Mejora 2 de SR + Toshiba



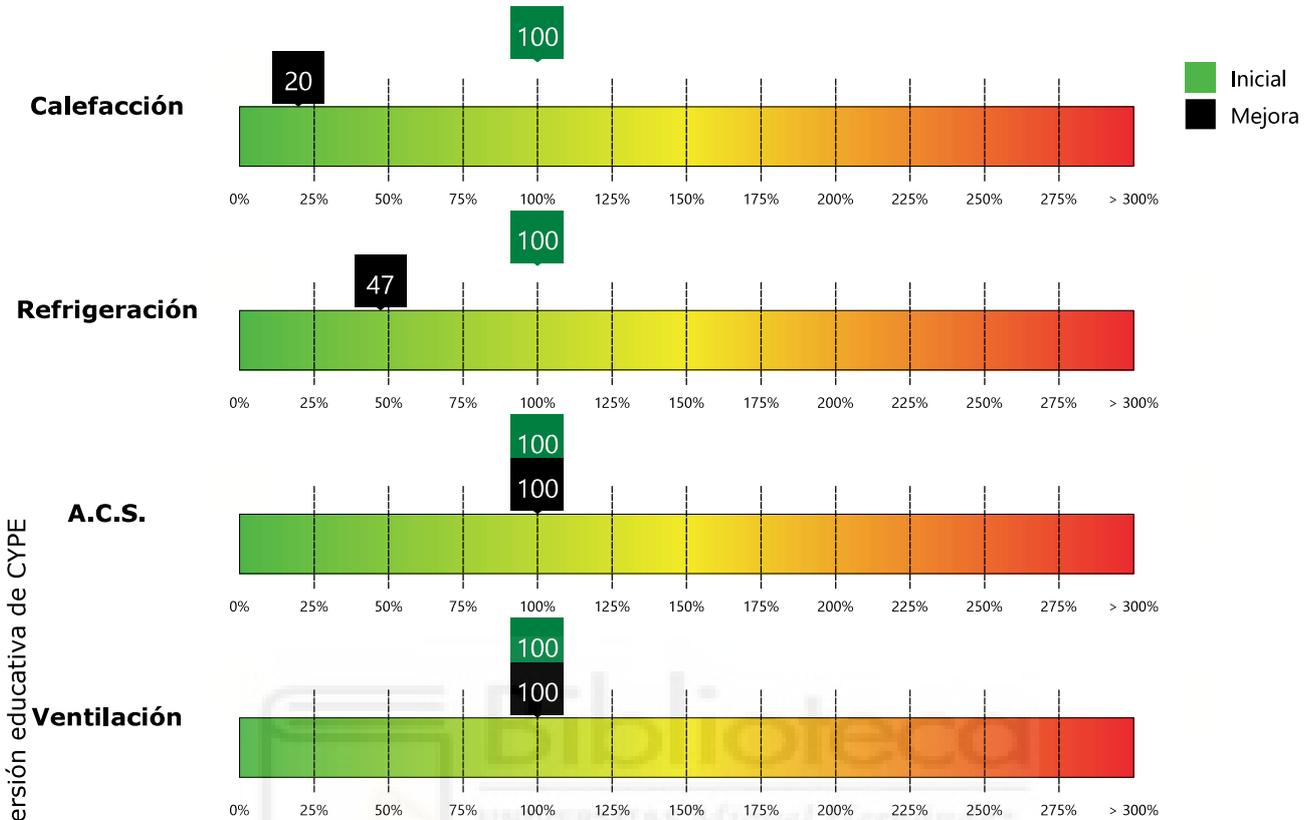
Superficie(Inicial): 270.70 m²
 Superficie(Mejora): 270.70 m²

Instalaciones	Ahorro energético anual									
	Consumo anual de energía primaria no renovable			Coste anual de la energía						
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial		Mejora		Diferencia
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año				
Calefacción	22.33	45.36	1.13	100.00	21.20	1.91	0.09	1.82		
Refrigeración	16.21	32.93	0.00	0.00	16.21	1.41	0.00	1.41		
A.C.S.	4.25	8.63	0.00	0.00	4.25	0.37	0.00	0.37		
Ventilación	6.44	13.08	0.00	0.00	6.44	0.56	0.00	0.56		
Total	49.23	100.00	1.13	100.00	48.10	4.25	0.09	4.16		

Estudio de medidas de mejora

2.4. Mejora 4

Cambio de Instalación de Climatización a Sistema VRV sin SR



Superficie(Inicial): 270.70 m²
 Superficie(Mejora): 270.70 m²

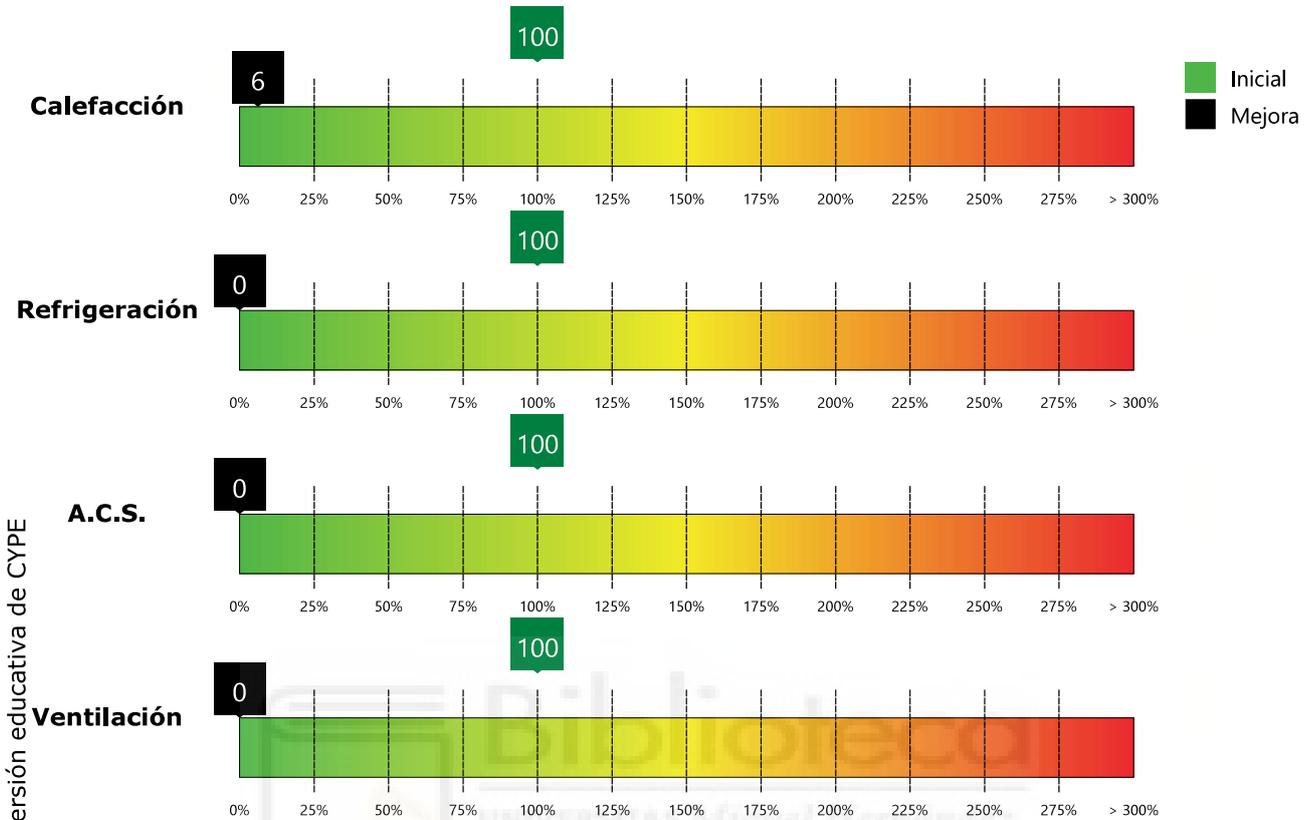
Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	22.33	45.36	4.40	19.34	17.93	1.91	0.37	1.54
Refrigeración	16.21	32.93	7.66	33.67	8.55	1.41	0.67	0.74
A.C.S.	4.25	8.63	4.25	18.68	0.00	0.37	0.37	0.00
Ventilación	6.44	13.08	6.44	28.31	0.00	0.56	0.56	0.00
Total	49.23	100.00	22.75	100.00	26.48	4.25	1.96	2.29

Producido por una versión educativa de CYPE

Estudio de medidas de mejora

2.5. Mejora 5

Cambio de Instalación de Climatización a VRV sin SR + FV



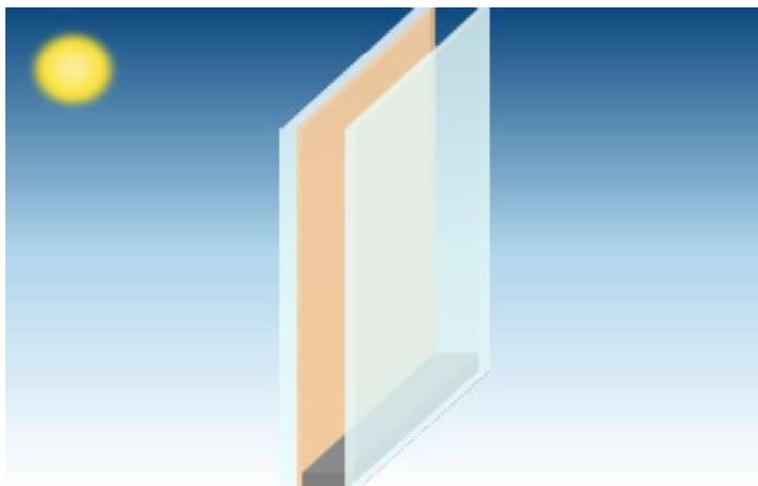
Superficie(Inicial): 270.70 m²
 Superficie(Mejora): 270.70 m²

Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable			Coste anual de la energía				
	Inicial		Mejora	Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia	
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	22.33	45.36	1.37	100.00	20.96	1.91	0.10	1.81
Refrigeración	16.21	32.93	0.00	0.00	16.21	1.41	0.00	1.41
A.C.S.	4.25	8.63	0.00	0.00	4.25	0.37	0.00	0.37
Ventilación	6.44	13.08	0.00	0.00	6.44	0.56	0.00	0.56
Total	49.23	100.00	1.37	100.00	47.86	4.25	0.10	4.14

ANEXO IV

FICHAS TÉCNICAS





HOJA EXTERIOR	PLANICLEAR 4 mm. PLANITHERM XN
CÁMARA	10 mm. aire
HOJA INTERIOR	PLANICLEAR 4 mm.

SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 4 (10 aire) 4

Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS, formado por un vidrio exterior flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 4 mm, con capa de baja emisividad SGG PLANITHERM XN en cara 2 del doble acrist; y vidrio interior flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 4 mm, separados por cámara de aire deshidratado de 10 mm de espesor con perfil separador de aluminio de color a definir y doble sellado perimetral.

FACTORES LUMINOSOS

Transmisión Luminosa (TL)	82%
Reflexión exterior (RLe)	12%
Reflexión interior (RLi)	11%

FACTORES ENERGÉTICOS

Transmisión Energética (Te)	60%
Reflexión exterior (Ree)	27%
Reflexión interior (Rei)	27%
Absorción (AE1)	11%
Absorción (AE2)	3%

FACTOR SOLAR

Factor solar (g)	0,62
------------------	------

TRANSMITANCIA TÉRMICA

Transmitancia Térmica (Ug)	1,8 W/m ² K
0° en relación a posición vertical	

RESISTENCIA A IMPACTO DE CUERPO PENDULAR

Valor	NPD/NPD
-------	---------

RESISTENCIA FRENTE A AGRESIÓN

Valor	NPD/NPD
-------	---------

ATENUACIÓN ACÚSTICA

Valor Rw (C;Ctr)	27 (-1;-4) dB
------------------	---------------

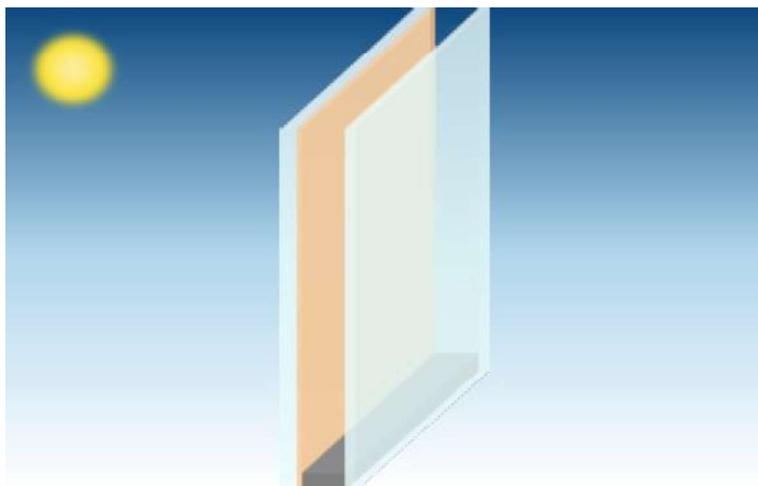
CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

Espesor nominal	18 mm.
Peso	20 kg/m ²

Los valores calculados son indicativos y están sujetos a cambios. Estos datos no pueden ser utilizados como certificado de prestaciones de los productos.

Estos valores están calculados según normas EN410-2011 y EN673-2011. Las tolerancias están definidas según normas EN1096-4 o ISO 9050-2003. No obstante, el usuario debe comprobar la viabilidad de los productos, en particular, en términos de espesor y color. Por otra parte, es responsabilidad del usuario comprobar que la combinación resultante de acristalamiento cumple los requisitos normativos a nivel nacional, regional o local. Valores de atenuación acústica estimados.

Para consultas técnicas sobre proyectos puede dirigir su consulta a través del buzón citav@stgobain.com.



HOJA EXTERIOR	PLANICLEAR 6 mm. PLANITHERM XN
CÁMARA	14 mm. argón
HOJA INTERIOR	PLANICLEAR 6 mm.

SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 6 (14 argón) 6

Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS, formado por un vidrio exterior flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 6 mm, con capa de baja emisividad SGG PLANITHERM XN en cara 2 del doble acrist; y vidrio interior flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 6 mm, separados por cámara de argón al 90% de concentración de 14 mm de espesor con perfil separador de aluminio de color a definir y doble sellado perimetral.

FACTORES LUMINOSOS

Transmisión Luminosa (TL)	81%
Reflexión exterior (RLe)	12%
Reflexión interior (RLi)	11%

FACTORES ENERGÉTICOS

Transmisión Energética (Te)	57%
Reflexión exterior (Ree)	26%
Reflexión interior (Rei)	26%
Absorción (AE1)	14%
Absorción (AE2)	4%

FACTOR SOLAR

Factor solar (g)	0,61
------------------	------

TRANSMITANCIA TÉRMICA

Transmitancia Térmica (Ug)	1,1 W/m ² K
0° en relación a posición vertical	

RESISTENCIA A IMPACTO DE CUERPO PENDULAR

Valor	NPD/NPD
-------	---------

RESISTENCIA FRENTE A AGRESIÓN

Valor	NPD/NPD
-------	---------

ATENUACIÓN ACÚSTICA

Valor Rw (C;Ctr)	30 (-1;-5) dB
------------------	---------------

CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

Espesor nominal	26 mm.
Peso	30 kg/m ²

Los valores calculados son indicativos y están sujetos a cambios. Estos datos no pueden ser utilizados como certificado de prestaciones de los productos.

Estos valores están calculados según normas EN410-2011 y EN673-2011. Las tolerancias están definidas según normas EN1096-4 o ISO 9050-2003. No obstante, el usuario debe comprobar la viabilidad de los productos, en particular, en términos de espesor y color. Por otra parte, es responsabilidad del usuario comprobar que la combinación resultante de acristalamiento cumple los requisitos normativos a nivel nacional, regional o local. Valores de atenuación acústica estimados.

Para consultas técnicas sobre proyectos puede dirigir su consulta a través del buzón citav@stgobain.com.



SYNEGO
Ficha técnica

SISTEMA SYNEGO

Datos técnicos

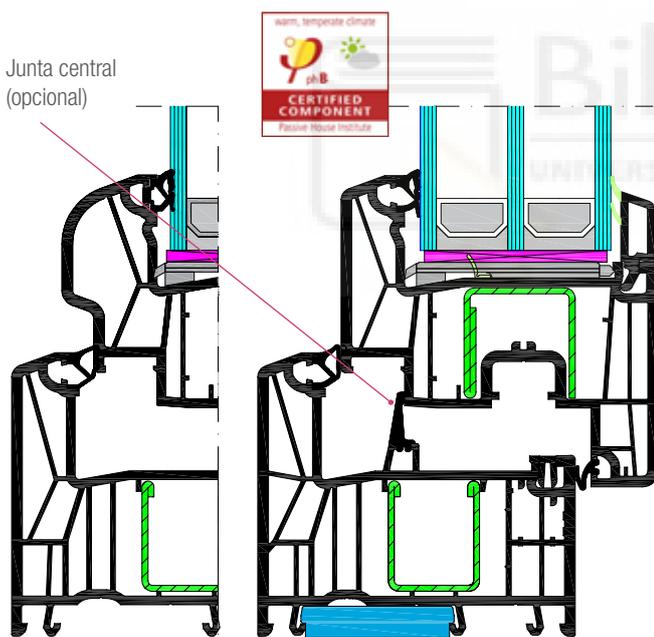
Ahorra en el consumo de energía, no en la calidad de tu ventana: SYNEGO destaca por ofrecer un elevado grado de eficiencia ya que logra reducir hasta un 50% la pérdida de energía de tu vivienda.

Tipos de apertura

Practicable, oscilo-batiente, plegable, paralela, abatible o proyectante

Secciones

Paquete de perfiles marco y hoja:	ancho visto reducido de 117 a 144 mm
Profundidad constructiva:	80 mm (cámaras: 7 en marco / 6 en hoja)
Hueco máximo de acristalamiento:	51 mm
Tipo de junta:	doble junta perimetral y junta central (opcional)
Tipo de refuerzo:	metálico
Perfil de hoja:	recto, redondo



Dimensiones máximas (para ventanas de 2 hojas) *

Ancho (L):	2.400 mm (2,4 metros)
Alto (H):	2.500 mm (2,5 metros)
Peso máximo:	130 Kg/hoja

Transmitancia (ventana de 1.230 x 1.480 mm)

U_f	0,94 W/m ² K	
Vidrio	4be/12/4/12/4*	4be/16Ar/4/16Ar/4be*
U_g	1,2 W/m ² K	0,5 W/m ² K
U_w	1,2 W/m ² K	0,71 W/m ² K

* Intercalarío polimérico

Clasificaciones

Aislamiento acústico	Hasta 46 dB Según UNE-EN ISO 717-1:2013
Permeabilidad al aire	Hasta clase 4 Según UNE-EN 1026/2017
Resistencia al viento	Hasta clase C5 Según UNE-EN 12211/2017
Estanqueidad al agua	Hasta clase 9A Según UNE-EN 1027/2017
Protección antirrobo	Hasta clase RC 3 Según UNE-EN 1627:2011

Acabados

Superficie "High Definition Finishing" (HDF)

Más de 60 folios a elegir

Liso, gofrado, granulado o cepillado

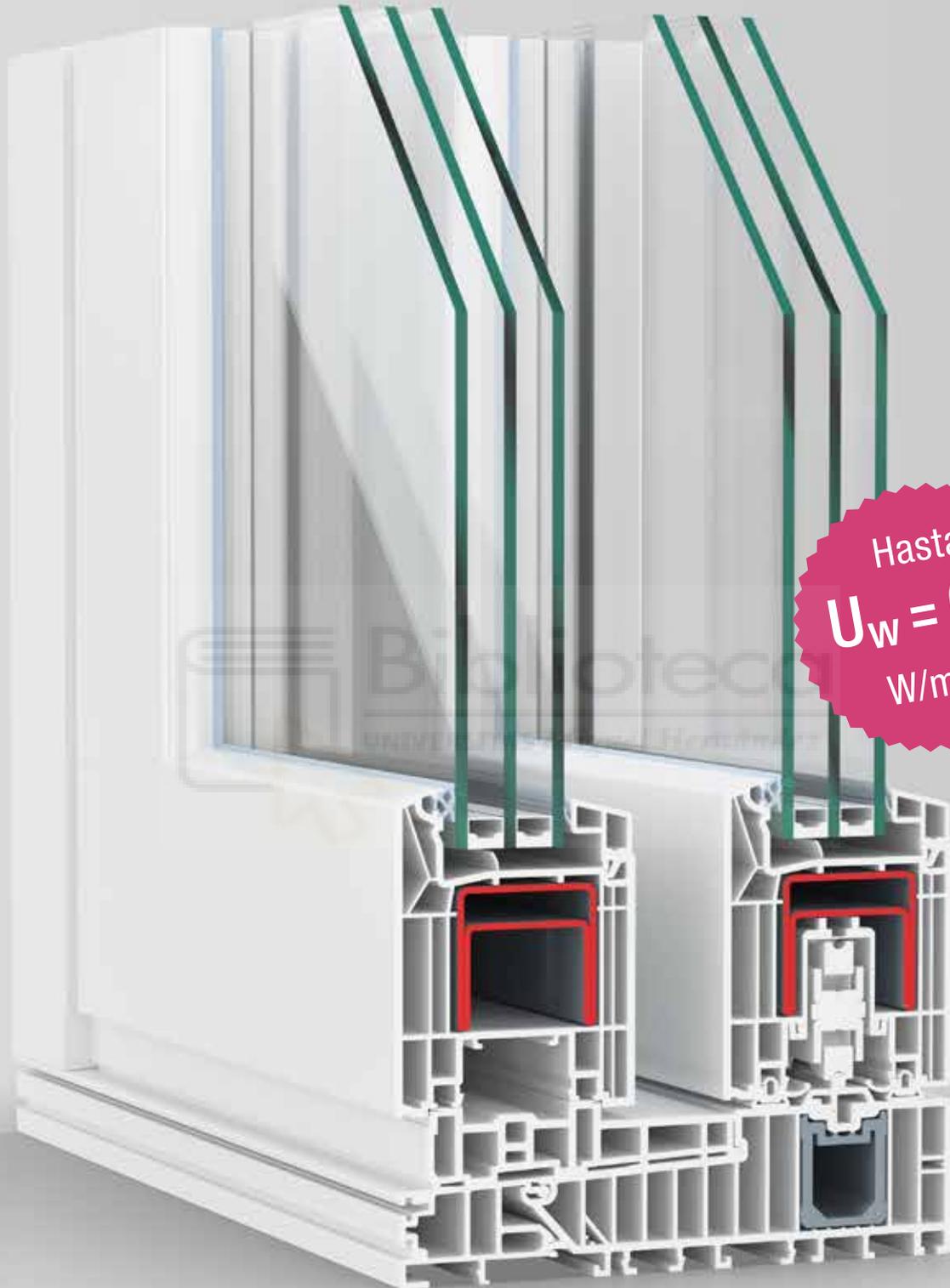
Posibilidad de foliado bicolor (interior, exterior)



*Las dimensiones y pesos máximos especificados deben considerarse a título informativo y no son vinculantes. Se recomienda realizar un estudio independiente de los pesos y dimensiones de cada elemento, en función de las cargas previstas. Para más información, revisar el apartado "Dimensiones máximas" del manual técnico de REHAU.

Esta ficha técnica no es válida sin los correspondientes certificados de ensayo.





Hasta
 $U_w = 0,9$
W/m²K

PUERTA CORREDERA ELEVABLE SYNEGO

Ficha técnica

PUERTA CORREDERA ELEVABLE SYNEGO

Datos técnicos

A partir de ahora, la eficiencia energética y una vista panorámica van de la mano – Las puertas correderas elevables SYNEGO lo hacen posible gracias a una **anchura máxima de hasta 10 m**.

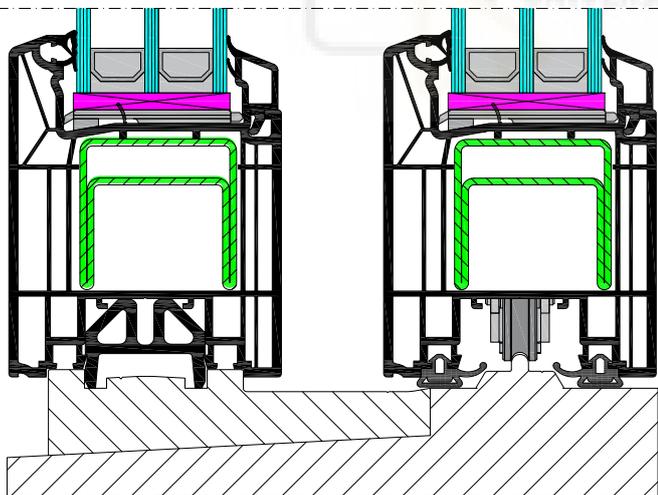
Tipos de apertura

El sistema de elevable SYNEGO dispone de todas las aperturas disponibles en el mercado, incluso 2 y 4 hojas móviles*

* El tipo de apertura puede modificar las prestaciones finales

Secciones

Paquete de perfiles marco y hoja:	182 / 175 mm (versión estándar) 182 / 103 mm (versión Panorama)
Paquete de perfiles solera y hoja:	154 a 172 (en función del herraje)
Profundidad constructiva:	190 mm
Hueco máximo de acristalamiento:	51 mm
Tipo de refuerzo:	metálico



Dimensiones máximas por hoja*

Ancho (L):	3.000 mm (3 metros)
Alto (H):	2.600 mm (2,6 metros)
Peso máximo:	400 Kg/hoja

Transmitancia (ventana de 2.664 x 2.731 mm)*

U_f^{**}	1,3 W/m ² K
Vidrio	4+4Be/14Ar/4/14Ar/4+4Be***
U_g	0,6 W/m ² K
U_w	0,9 W/m ² K

* 1 hoja móvil + 1 fija
** Ensayo: 16-003545-PR02
*** Intercalario polimérico

Clasificaciones

Aislamiento acústico	hasta 43 dB
Permeabilidad al aire*	hasta clase 4 Según UNE EN 12207
Resistencia al viento*	hasta clase B3 Según UNE EN 12210
Estanqueidad al agua*	hasta clase 9A Según UNE EN 12208
Protección antirrobo	hasta clase RC 2 Según DIN EN 1627

* Ensayo: 16-001635-PR04

Acabados

Superficie "High Definition Finishing" (HDF)

Más de 60 folios a elegir

Liso, gofrado, granulado o cepillado

Posibilidad de foliado bicolor (interior, exterior)



* Las dimensiones y pesos máximos especificados deben considerarse a título informativo y no son vinculantes. Se recomienda realizar un estudio independiente de los pesos y dimensiones de cada elemento, en función de las cargas previstas. Para más información, revisar el apartado "Dimensiones máximas" del manual técnico de REHAU.

Esta ficha técnica no es válida sin los correspondientes certificados de ensayo.





R32 Zubadan (6kW ~ 14kW) - Solo Calefacción



Unidades exteriores

MODELO	MONOFÁSICAS		PUD-SHWM60VAA (-BS)	PUD-SHWM80VAA (-BS)	PUD-SHWM100VAA (-BS)	PUD-SHWM120VAA (-BS)	PUD-SHWM140VAA (-BS)
	TRIFÁSICAS		--	PUD-SHWM80YAA (-BS)	PUD-SHWM100YAA (-BS)	PUD-SHWM120YAA (-BS)	PUD-SHWM140YAA (-BS)
TECNOLOGÍA			ZUBADAN	ZUBADAN	ZUBADAN	ZUBADAN	ZUBADAN
Calefacción	A2W35 (min - nom - max)	kW	3,1 - 6,0 - 7,0	3,1 - 8,0 - 9,5	3,2 - 10,0 - 12,4	3,2 - 12,0 - 13,2	3,5 - 14,0 - 14,6
		COP	3,80	3,75	3,45	3,30	3,05
	Clase energética	W35 / W55	A+++ / A++				
	SCOP clima cálido	W35 / W55	5,58 / 4,05	5,70 / 4,23	5,95 / 4,15	5,85 / 4,05	5,68 / 3,95
	SCOP clima medio	W35 / W55	4,53 / 3,43	4,60 / 3,45	4,58 / 3,48	4,55 / 3,45	4,55 / 3,43
	A7W35	kW / COP	5,0 / 4,99	6,0 / 5,03	8,0 / 5,00	10,0 / 4,80	12,0 / 4,70
	A-7W35	kW / COP	6,0 / 3,15	8,0 / 3,14	10,0 / 3,05	12,0 / 2,85	14,0 / 2,70
SCOPdhw*	Clima cálido / Clima medio		3,80 / 3,49	3,80 / 3,49	3,80 / 3,49	3,80 / 3,49	3,78 / 3,41
Rango de funcionamiento	Calor	°C	-28 — +24	-28 — +24	-28 — +24	-28 — +24	-28 — +24
	ACS	°C	-28 — +35	-28 — +35	-28 — +35	-28 — +35	-28 — +35
Salida de agua	máx calor	°C	+60	+60	+60	+60	+60
Dimensiones	Al. x An. X Fo.	mm	1020 x 1050 x 480				
	Peso neto	kg	102	102 (115)	108 (121)	108 (121)	110 (122)
Ventilador	Caudal de aire	m³/min	40	40	50	50	50
Nivel sonoro	SPL (Calor)	dB	41	42	44	46	48
	PWL (Calor)	dB	55	56	59	60	62
Tuberías frigoríficas	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
	L. máx / Altura máx.	m	30 / 30	30 / 30	30 / 30	30 / 30	25 / 25
Gas refrigerante R32 (GWP 675)	Precarga (kg / m / t CO ₂ Eq.)		1,4 / 15 / 0,95	1,4 / 15 / 0,95	1,7 / 15 / 1,15	1,7 / 15 / 1,15	1,7 / 15 / 1,15
	Carga máx (kg / m / t CO ₂ Eq.)		1,7 / 30 / 1,15	1,7 / 30 / 1,15	1,83 / 30 / 1,24	1,83 / 30 / 1,24	1,83 / 25 / 1,24
Datos eléctricos	Corriente máxima	A	16,5	22 (8)	26 (10)	28 (12)	35 (12)
Circuito primario	Caudal de agua	L/min	9,0 — 22,9	9,0 — 22,9	14,3 — 34,4	14,3 — 34,4	14,3 — 34,4
	Vol. mín. adicional***	L	4	6	9	12	15
PVR	Monofásica	€	3.986 €	4.094 €	4.422 €	4.889 €	5.380 €
	Trifásica	€	--	4.327 €	4.753 €	5.469 €	5.931 €
	Monofásica -BS	€	4.306 €	4.414 €	4.742 €	5.209 €	5.700 €
	Trifásica -BS	€	--	4.647 €	5.073 €	5.789 €	6.251 €

* Datos de eficiencia energética para combinaciones con Hydrobox Duo de 200L ERST20D-VM2D. SCOPdhw según EN16147:2017

*** Volumen mínimo adicional para zonas climáticas media y cálida según la directiva 2009/125/EC y el reglamento UE N° 813/2013

Los valores marcados entre paréntesis (XXX) corresponden a las unidades trifásicas

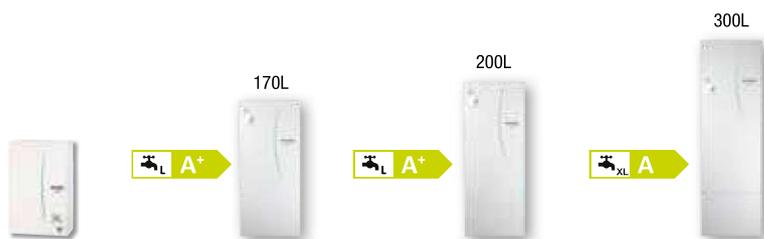
Unidades PUD-SHWM solo disponibles bajo pedido.

Tablas de eficiencia energética a partir de la página 90

Opcionales para unidades exteriores

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
ATW-BLY-AA	Tratamiento Blygold para exteriores "AA"	A consultar
PAC-SH96SG-E	Deflector salida aire (Exteriores chasis KA, AA)	117 €
PAC-SH95AG-E	Guía protección viento (Exteriores chasis KA, AA)	262 €

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-SJ82AT-E	Acople para PAC-SH96SG/95AG-E (Exteriores chasis AA)	173 €
PAC-SG61DS-E	Tapones/guía drenaje (Exteriores chasis AA, HA, KA)	35 €
PAC-SJ83DP-E	Bandeja drenaje centralizada (Exteriores chasis AA)	269 €
PAC-SK52ST	Herramienta de monitorización y diagnóstico	89 €



Unidades interiores calefacción

MODELO		EHSD-VM2D	EHST17D-VM2D	EHST20D-VM2D	EHST30D-YM9ED
Volumen acumulador ACS	L	--	170	200	300
Exteriores compatibles	PUD-SHWM60/80	•	•	•	•
	PUD-SHWM100/120/140	•	--	•	•
Modos de trabajo		Calor	Calor / ACS	Calor / ACS	Calor / ACS
Dimensiones (Al. x An. X Fo.)	mm	800 x 530 x 360	1400 x 595 x 680	1600 x 595 x 680	2050 x 595 x 680
Peso vacío/lleño	kg	43 / 48	93 / 269	104 / 310	116 / 431
Resistencia de apoyo (Fases / Capacidad)		1~ / 2kW	1~ / 2kW	1~ / 2kW	3~ / 3+6kW
Nivel sonoro	db(A)	41	41	41	41
ACS: Clase energética / Perfil		--	A+ / L	A+ / L	A / XL
Tuberías	Impuls. y ret. primario	mm	Ø28 compresión	Ø28 compresión	Ø28 compresión
	ACS (llenado y vaciado)	mm	-- / --	Ø22 compresión	Ø22 compresión
	Drenaje de condensados	mm	--	--	--
	Ø Líquido / Gas	mm	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")	6,35 (¼") / 12,7 (½")
PVR	€	2.530 €	4.243 €	4.329 €	4.840 €

Hydrobox Duo de 300L EHST30D-YM9ED: Requiere añadir el vaso de expansión PAC-EVP12-E.

Combinaciones recomendadas

		SISTEMA DE PRODUCCIÓN		ACCESORIOS OPCIONALES			Total PVR
6kW (ZD) / 200L	Unidad exterior 6kW	PUD-SHWM60VAA	3.986 €	Interfaz WiFi	MAC-567IF / MAC-587IF	99 €	8.414 €
	Hydrobox Duo 200L	EHST20D-VM2D	4.329 €				
8kW (ZD) / 200L	Unidad exterior 8kW	PUD-SHWM80VAA	4.094 €	Interfaz WiFi	MAC-567IF / MAC-587IF	99 €	8.522 €
	Hydrobox Duo 200L	EHST20D-VM2D	4.329 €				
10kW (ZD) / 200L	Unidad exterior 10kW	PUD-SHWM100VAA	4.422 €	Interfaz WiFi	MAC-567IF / MAC-587IF	99 €	8.850 €
	Hydrobox Duo 200L	EHST20D-VM2D	4.329 €				
12kW (ZD) / 200L	Unidad exterior 12kW	PUD-SHWM120VAA	4.889 €	Interfaz WiFi	MAC-567IF / MAC-587IF	99 €	9.317 €
	Hydrobox Duo 200L	EHST20D-VM2D	4.329 €				
14kW (ZD) / 300L	Unidad exterior 14kW	PUD-SHWM140YAA	5.931 €	Interfaz WiFi	MAC-567IF / MAC-587IF	99 €	10.979 €
	Hydrobox Duo 300L	EHST30D-YM9ED	4.840 €				

Opcionales para unidades interiores

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-TZ02-E	Kit de 2 zonas para unidades interiores Gen-D	1.102 €
PAC-EVP12-E	Vaso de expansión para EH/RST30	109 €
PAC-SE41TS-E	Sonda de ambiente remota	62 €
PAC-TH011-E	Sonda temperatura para control de zonas	60 €
PAC-TH012HT-E	Sonda caldera o tanque de inercia (5m) (GenD)	76 €
PAC-TH012HTL-E	Sonda caldera o tanque de inercia (30m) (GenD)	158 €
PAC-IH01V2-E	Resistencia de inmersión 1~/1kW	207 €

MODELO	DESCRIPCIÓN	PVR
PAC-IH03V2-E	Resistencia de inmersión 1~/3kW	251 €
PAR-WT50R-E	Mando inalámbrico	85 €
PAR-WR51R-E	Receptor inalámbrico	90 €
PAC-RC01-E	Tapa embellecedora para hueco del mando de IU	5 €
KLIC-MITTE	Adaptador KNX para Ecodan	371 €
MELCOBEMS MINI (A1M)	Interfaz Modbus	210 €
MAC-567IF-E	Adaptador WiFi para control por Smartphone (hasta finalizar existencias)	99 €
MAC-587IF	Adaptador WiFi para control por Smartphone (consultar disponibilidad)	99 €

REB

Recuperadores de calor con motor EC Technology y by-pass incorporado



REB-15...120



REB-180...270



REB-400...600

Recuperadores de calor con motor EC Technology y by-pass incorporado. Bajo consumo eléctrico y eficiencia de recuperación de calor de hasta el 86%.

Características:

- Intercambiador de calor a contraflujo.
- Incorpora by-pass 100% automático (excepto modelo REB-15).
- Ventiladores de bajo consumo con regulación incorporada.
- Acceso a mantenimiento lateral.
- Funcionamiento compatible 50/60 Hz.
- Filtros de partículas con eficacias según modelos.

Acabado en modelos 15 a 120:

- Estructura del equipo en chapa galvanizada anticorrosiva.
- Recubrimiento de espuma anti condensación.

- Interior en polipropileno expandido de bajo peso y bajas emisiones acústicas.
- Bajo perfil para instalación en falso techo.

Acabado en modelos 180 y 270:

- Estructura perfilera de aluminio y chapa prelacada con paneles de 25 mm de aislamiento térmico y acústico.
- Bajo perfil para instalación en falso techo.

Acabado en modelos REB-400 y REB-600:

- Estructura perfilera de aluminio y chapa prelacada con paneles de 30 mm de aislamiento térmico y acústico.
- Instalación en sala técnica.
- Control compatible con MODBUS RTU.

Código de pedido



Características según tamaños

	REB-15	REB-25..120	REB-180..270	REB-400..600
Filtros estándar aportación	G4	G4	G4+F9	F6+F8
Filtros estándar extracción	G4	G4	G4	F6
Segunda etapa filtrante en circuito de aportación integrada dentro de equipo	-	-	SI	SI
Función free cooling 100% del caudal	-	-	SI	SI
Tipo de recuperación de calor	Entálpico	Entálpico	Entálpico	Sensible
Descarga de condensados	-	-	-	SI
Presostato control de estado de filtros incorporados	-	-	SI	-
Interruptor de mantenimiento	-	-	SI	SI
Compatibilidad con control SI-VOC+HUMEDAD	SI	SI	SI	-
Control por MODBUS RTU	-	-	-	SI

Características técnicas

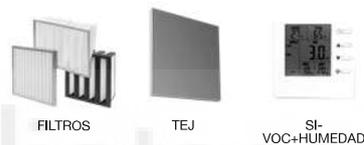
Modelo	Caudal máximo	Potencia total	Intensidad máxima admisible (A)		Eficiencia recuperación	Nivel sonoro irradiado a 5 m	Peso aprox.	According ErP
	(m ³ /h)	(W)	220-240V II	380-415V III	(%)	dB (A)	(Kg)	
REB-15	180	60	0,26		72	38	18	Excluded
REB-25	300	70	0,30		81	35	31	2018
REB-40	480	90	0,39		82	37	39	2018
REB-60	720	140	0,61		80	39	55	2018
REB-80	960	300	1,30		82	41	72	2018
REB-120	1440	325	1,41		79	42	91	2018
REB-180	1770	750	5,80		73	53	150	2018
REB-270	2570	1000	7,20		73	53	180	2018
REB-400	4440	4800		8,00	88	61	375	2018
REB-600	6000	7800		12,40	88	61	465	2018



Erp. (Energy Related Products)

Información de la Directiva 2009/125/EC descargable desde la web de SODECA o programa de selección QuickFan

Accesorios

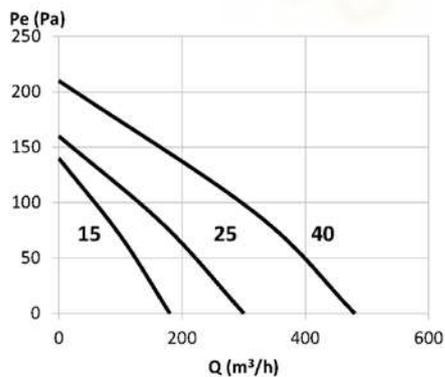


Curvas características

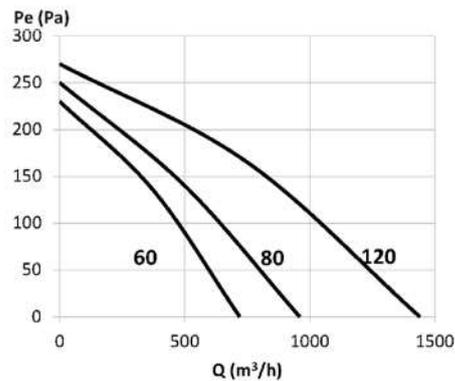
Q= Caudal en m³/h, m³/s y cfm

Pe= Presión estática en mmH₂O, Pa e inwg

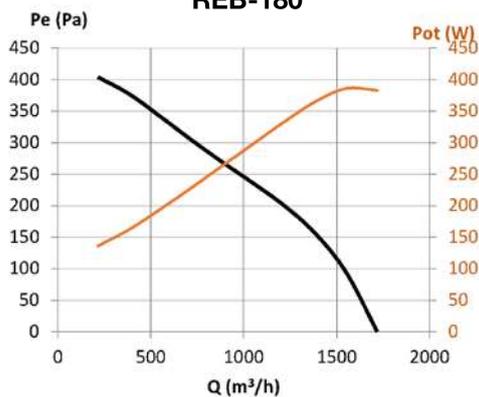
REB-15-25-40



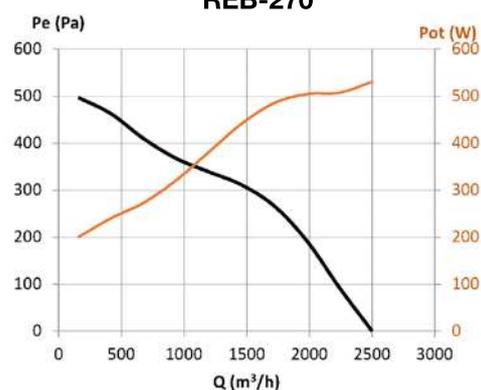
REB-60-80-120



REB-180



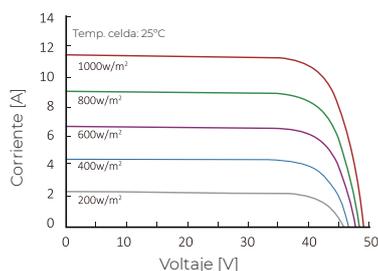
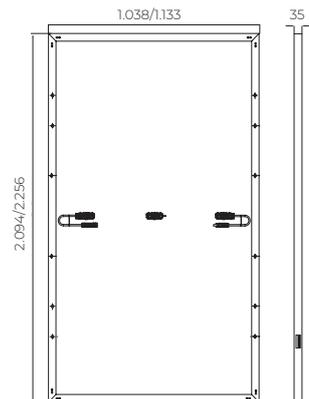
REB-270



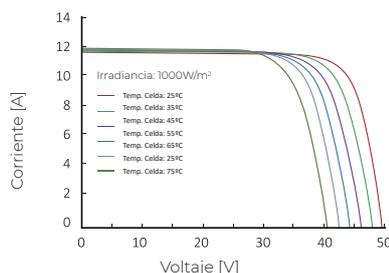
PANELES FOTOVOLTAICOS ESOLAR



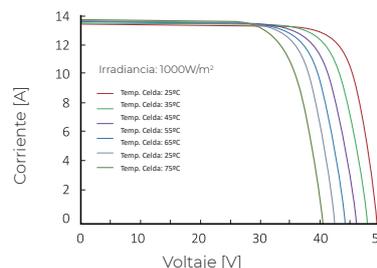
- **Paneles fotovoltaicos ESOLAR**
- Máxima potencia: disponibles en 450 y 540W
- Panel de Silicio Monocristalino
- Recubrimiento PERC
- 144 celdas (6x24)
- Tecnología MBB: 9 bus bars
- Células Half-Cut (célula partida)
- Las tecnologías MBB y Half-Cut reducen las pérdidas por resistencia térmica y el riesgo de daños por puntos calientes, y mejoran el rendimiento en zonas de clima cálido
- El panel está dividido en dos grupos de células, de manera que, si hay sombra en una de las partes, la otra seguirá produciendo con normalidad



Características del panel a una temperatura constante a 25°C y niveles variables de irradiancia (ESOLAR450/ESOLAR540)



Características del panel a una temperatura variable y niveles de irradiancia 1000W/m² (ESOLAR450)



Características del panel a una temperatura variable y niveles de irradiancia 1000W/m² (ESOLAR540)

MODELO		ESOLAR450	ESOLAR540
EAN		8435666500694	8435666500700
FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO			
Potencia máxima	W	450	540
Tensión de circuito abierto (Voc)	V	49,3	49,5
Corriente de cortocircuito (Isc)	A	11,6	13,85
Voltaje máximo (Vm)	V	41,5	41,65
Intensidad máxima	A	10,85	12,9
Eficiencia del módulo		20,7%	21,1%
Valor máximo de fusible	A	20	25
Tolerancia positiva	W	0~+5%	0~+5%
Número de diodos	W	3	3
Condiciones del test estándar	W	1.000W/m ² - 25°C - AM1,5	
Máximo voltaje del sistema	V/DC	1.000/1.500	1.500
Coefficiente de temperatura Isc	%/°C	0,049	0,048
Coefficiente de temperatura Voc	%/°C	-0,271	-0,270
Coefficiente de temperatura Pmpp	%/°C	-0,352	-0,350
Temperatura de funcionamiento de celda	°C	-40~85	-40~85
Capacidad de carga de la cubierta (vidrio)	Pa	5400 (IEC61215)(nieve)	
Capacidad de carga del frente y parte trasera	Pa	2400 (IEC61215)(viento)	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
Cubierta frontal (material/grosor)		Vidrio templado con bajo contenido en hierros / 3,2 mm	
Celdas (Cantidad / Material / Dimensiones)		144(6x24) / Silicio monocristalino	
Marco (Material / Color)		Marco hueco de aleación de aluminio anodizado en cada lado/extremo / plata	
Protección de la caja de conexiones		≥IP68	
Cables y conectores		4mm ² , 300 m (la distancia puede personalizarse)	
Dimensiones (AnxAlxFon)	mm	1.038x2.094x35	1.133x2.256x35
Peso	Kg	24	27,2
Clase de la aplicación		Clase A	
Clase de protección eléctrica		Clase II	
Clase de seguridad contra incendios		Clase C	

Garantía de producción del 90% hasta los 12 años:

En caso de que la potencia de salida durante los primeros 12 años desde la venta del panel sea inferior al 90% de la potencia pico mínima, Eas Electric suplirá la potencia perdida aportando nuevos paneles fotovoltaicos adicionales para alcanzar el 90% de la producción garantizada.

Garantía de producción del 80% hasta los 25 años:

En caso de que la potencia de salida de los 12 a los 25 años de uso sea inferior al 80% de la potencia pico mínima, Eas Electric suplirá la potencia perdida aportando nuevos paneles fotovoltaicos adicionales para alcanzar el 80% de la producción garantizada.

La producción de los paneles será verificada por EAS ELECTRIC.



SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0 con SMA SMART CONNECTED



SB3.0-TAV-41 / SB3.6-TAV-41 / SB4.0-TAV-41 / SB5.0-TAV-41 / SB6.0-TAV-41



Servicio inteligente con SMA Smart Connected

Compacto

- Montaje por parte de una sola persona gracias al bajo peso de 17,5 kg
- Mínima necesidad de espacio gracias al diseño compacto

Cómodo

- Instalación 100 % plug & play
- Monitorización en línea gratuita por medio de Sunny Places
- Servicio automatizado mediante SMA Smart Connected

De gran rendimiento

- Aprovechamiento de la energía sobrante por la limitación de la potencia activa dinámica
- Gestión de sombras mediante OptiTrac™ Global Peak o la comunicación TS4-R integrada

Combinable

- Ampliable en cualquier momento con gestión inteligente de la energía y soluciones de almacenamiento
- Combinable con componentes TS4-R para la optimización de módulos

SUNNY BOY 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0

Mayor rendimiento para los hogares particulares: generación inteligente de la energía solar

El nuevo Sunny Boy 3.0-6.0 garantiza máximos rendimientos energéticos para los hogares particulares. Este combina el servicio integrado SMA Smart Connected con una tecnología inteligente para cualquier requisito del entorno. El equipo es fácil de instalar gracias a su diseño extremadamente sencillo. Mediante la interfaz web integrada, el Sunny Boy puede ponerse rápidamente en funcionamiento a través del teléfono inteligente o la tableta. Y para los requisitos especiales en el techo, en caso de p. ej. sombra pueden añadirse fácilmente y de forma precisa los optimizadores de módulos TS4-R. Los estándares de comunicación actuales hacen que el inversor pueda ampliarse con seguridad para el futuro y de forma flexible en cualquier momento con la gestión inteligente de la energía y las soluciones de almacenamiento de SMA.

SMA SMART CONNECTED

Servicio técnico integrado para un confort absoluto

SMA Smart Connected* es la monitorización gratuita del inversor a través de Sunny Portal de SMA. Si se produce un error en un inversor, SMA informa de manera proactiva al operador de la planta y al instalador. Esto ahorrará valiosas horas de trabajo y costes.

Con SMA Smart Connected el instalador se beneficia del diagnóstico rápido de SMA, lo que le permite solucionar los errores con rapidez y ganarse la simpatía del cliente con atractivas prestaciones adicionales.



ACTIVACIÓN DE SMA SMART CONNECTED

El instalador activa SMA Smart Connected durante el registro de la planta en Sunny Portal y de este modo se beneficia de la monitorización automática de inversores por parte de SMA.



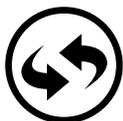
MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INVERSORES

Con SMA Smart Connected, SMA se hace cargo de la monitorización de los inversores. SMA supervisa cada uno de los inversores de forma automática y permanente para detectar anomalías en el funcionamiento. De este modo, los clientes se benefician de la vasta experiencia de SMA.



COMUNICACIÓN PROACTIVA EN CASO DE ERRORES

Tras el diagnóstico y el análisis de un error, SMA informa de inmediato al instalador y al cliente final por correo electrónico. Así todas las partes están perfectamente preparadas para corregir el error. Esto minimiza el tiempo de parada y, en consecuencia, ahorra tiempo y dinero. Gracias a los informes regulares sobre el rendimiento se obtienen valiosas conclusiones adicionales acerca del sistema completo.



SERVICIO DE RECAMBIO

En caso de requerirse un equipo de recambio, SMA suministra automáticamente un nuevo inversor en el plazo de 1 a 3 días tras diagnosticarse el error. El instalador puede dirigirse de forma activa al operador de la planta para la sustitución del inversor.

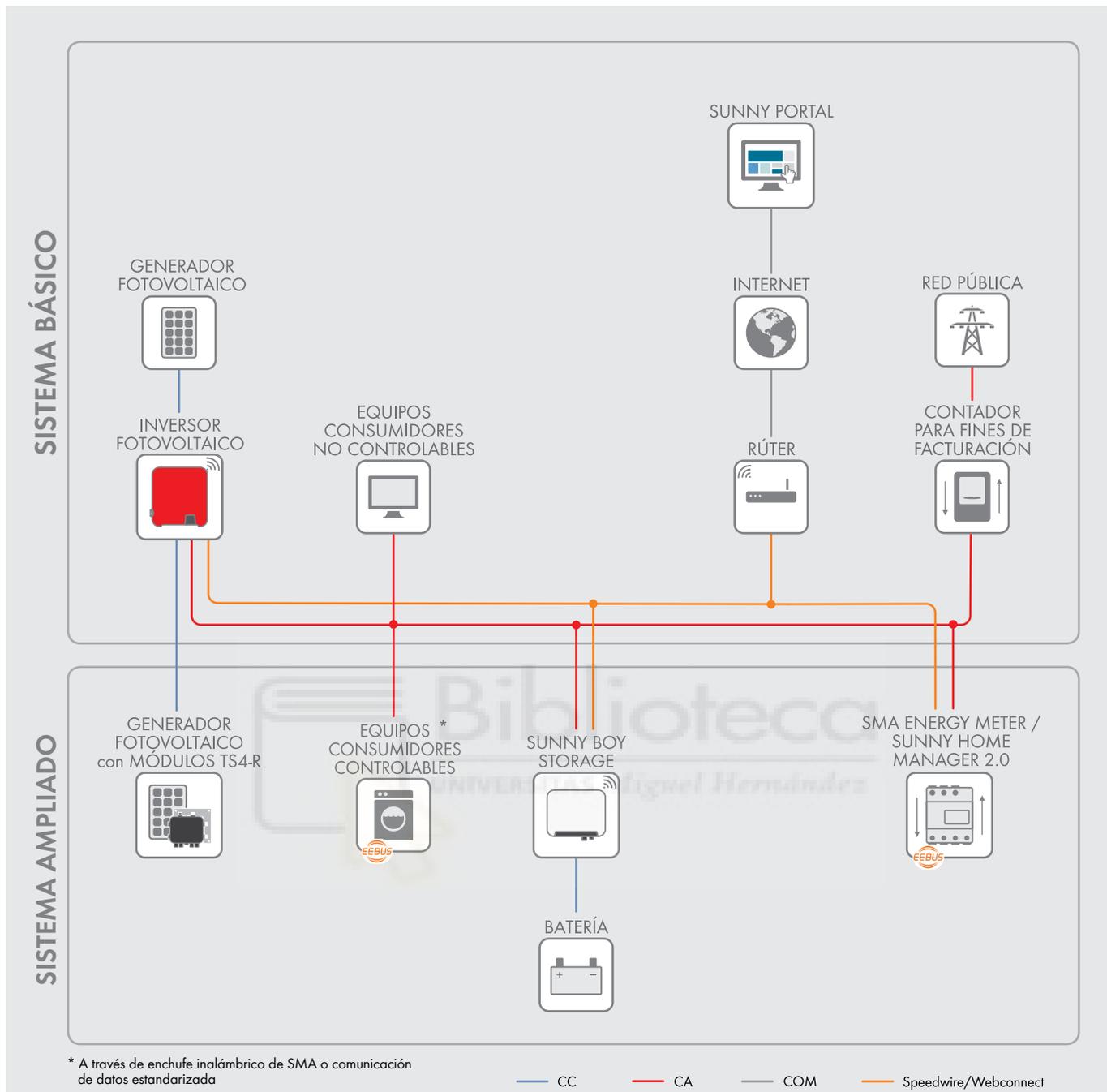


SERVICIO DE RENDIMIENTO

El operador de la planta puede exigir un pago compensatorio de parte de SMA si el inversor de recambio no se entrega dentro del plazo de 3 días.

* Para más detalles, véase el documento "Descripción de los servicios: SMA SMART CONNECTED"

Datos técnicos	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0	Sunny Boy 6.0
Entrada (CC)					
Potencia máx. del generador fotovoltaico	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp	9000 Wp
Tensión de entrada máx.	600 V				
Rango de tensión del MPP	De 110 V a 500 V	De 130 V a 500 V	De 140 V a 500 V	De 175 V a 500 V	De 210 V a 500 V
Tensión asignada de entrada	365 V				
Tensión de entrada mín./de inicio	100 V/125 V				
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	15 A/15 A				
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	15 A/15 A				
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP	2/A:2; B:2				
Salida (CA)					
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W ¹⁾	6000 W
Potencia máx. aparente de CA	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA ¹⁾	6000 VA
Tensión nominal de CA/Rango	220 V, 230 V, 240 V/De 180 V a 280 V				
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz, 60 Hz/De -5 Hz a +5 Hz				
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/230 V				
Corriente máx. de salida	16 A	16 A	22 A ²⁾	22 A ²⁾	26,1 A
Factor de potencia a potencia asignada	1				
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo a 0,8 capacitivo				
Fases de inyección/conexión	1/1				
Rendimiento					
Rendimiento máx./europeo Rendimiento	97,0%/96,4 %	97,0%/96,5 %	97,0%/96,5 %	97,0%/96,5 %	97,0%/96,6 %
Dispositivos de protección					
Punto de desconexión en el lado de entrada	●				
Monitorización de toma a tierra/de red	●/●				
Protección contra polarización inversa de CC/Resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	●/●/—				
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●				
Clase de protección (según IEC 61140)/Categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I/III				
Datos generales					
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	435 mm/470 mm/176 mm (17,1 in/18,5 in/6,9 in)				
Peso	17,5 kg (38,5 lb)				
Rango de temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +60 °C (de -13 °F a +140 °F)				
Emisión sonora, típica	25 dB(A)				
Autoconsumo (nocturno)	5,0 W				
Topología	Sin transformador				
Sistema de refrigeración	Convección				
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65				
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H				
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %				
Equipamiento					
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Conector de enchufe de CA				
Visualización a través de teléfono inteligente, tableta o portátil	●				
Interfaces: WLAN, Speedwire/Webconnect	●/●/●				
Protocolos de comunicación	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R				
Gestión de las sombras: OptiTrac Global Peak	●/○				
Garantía: 5/10/15 años	●/○/○				
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3-4, G83/2-1, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, IEC-EN50438, NT_Ley20.571, ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712 & TOR D4, PPDS, PPC, RD1699, TR3.2.1, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014				
Certificados y autorizaciones (en planificación)	DEWA, IEC 61727, IEC 62116, MEA, NBR16149, PEA, SI4777, TR3.2.2				
Disponibilidad de SMA Smart Connected en los países	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK				
<p>● Equipamiento de serie ○ Opcional — No disponible Datos en condiciones nominales: 02/2019</p> <p>1) 4600 W/4600 VA para VDE-AR-N 4105 2) AS 4777: 21,7 A</p>					
Modelo comercial	SB3.0-1AV-41	SB3.6-1AV-41	SB4.0-1AV-41	SB5.0-1AV-41	SB6.0-1AV-41



Funciones del SISTEMA BÁSICO

- Puesta en marcha sencilla gracias a la interfaz WLAN y Speedwire integrada
- Transparencia máxima gracias a la visualización en Sunny Portal/Sunny Places
- Seguridad de la inversión por medio de SMA Smart Connected
- Modbus como interfaz de tercero

Funciones del SISTEMA AMPLIADO

- Funciones del sistema básico
- Reducción del consumo de la red y aumento del autoconsumo mediante el uso de energía fotovoltaica almacenada provisionalmente
- Máxima utilización de la energía con una carga basada en la previsión
- Autoconsumo ampliado gracias a una gestión de la carga inteligente
- Rendimiento máximo de la planta gracias a la tecnología de módulos inteligentes

Con SMA Energy Meter

- Rendimiento máximo de la planta gracias a la limitación dinámica de la inyección a red entre el 0 % y el 100 %
- Visualización de los consumos energéticos

Especificaciones Técnicas - SDI SPA

Sistema		Spa Inverter Plus 40	Spa Inverter Plus 45	Spa Inverter Plus 56	Spa Inverter Plus 80	Spa Inverter Plus 110	Spa Inverter Plus 140
Capacidad nominal	kW ●	3,6	4,0	5,0	7,1	10,0	12,5
Rango de capacidad (min. - max.)	kW ●	1,5 - 4,0	1,5 - 5,6	1,2 - 5,6	1,9 - 8,0	2,6 - 12,0	2,6 - 14,0
Consumo (min. - nominal - max.)	kW ●	0,36 - 1,06 - 1,49	0,36 - 1,23 - 1,49	0,21 - 1,56 - 2,05	0,30 - 2,06 - 2,88	0,64 - 2,64 - 3,80	0,64 - 3,83 - 4,47
EER	W/W ●	3,40	3,25	3,21	3,45	3,79	3,26
EER al 50%	W/W ●	4,18	4,65	3,47	4,93	5,43	4,66
SEER	●	5,12	5,00	4,88	5,88	5,65	-
Clase energética	●	A	B	B	A+	A+	-
Consumo anual estimado	kWh ●	247	280	359	423	619	-
Capacidad nominal	kW ●	4,0	4,5	5,6	8	11,2	14,0
Rango de capacidad (min. - max.)	kW ●	1,5-5,0	1,5-4,5	0,9-7,4	1,3-10,6	2,4-13,0	2,4-16,5
Consumo (min. - nominal - max.)	kW ●	0,36 - 1,04 - 2,20	0,36 - 1,24 - 2,30	0,17 - 1,55 - 2,51	0,27 - 2,21 - 3,50	0,52 - 2,77 - 4,00	0,52 - 3,67 - 4,50
COP	W/W ●	3,85	3,63	3,61	3,62	4,04	3,81
COP al 50%	●	4,18	4,09	4,12	4,08	4,55	4,30
SCOP	●	4,02	3,93	4,01	4,00	3,87	-
Clase energética	●	A+	A	A+	A+	A	-
Consumo anual estimado	kWh ●	1533	1675	1884	2448	3906	-

Unidad interior		RAV-SM406BTP-E	RAV-SM456BTP-E	RAV-SM566BTP-E1	RAV-SM806BTP-E1	RAV-SM1106BTP-E1	RAV-SM1406BTP-E
Caudal de aire (alta-baja)	m ³ /h - l/s ●	800/480 - 222/133	800/480 - 222/133	800/480 - 222/133	1200/720 - 333/200	2100/1260 - 583/350	2100/1260 - 583/350
Presión sonora (alta/media/baja)	dB(A) ●	33-29-25	33-29-25	33-29-25	34-30-26	40-36-33	40-36-33
Potencia sonora (alta/media/baja)	dB(A) ●	48-44-40	48-44-40	48-44-40	49-45-41	55-51-48	55-51-48
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	275 x 700 x 750	275 x 700 x 750	275 x 700 x 750	275 x 1000 x 750	275 x 1400 x 750	275 x 1400 x 750
Peso	kg	23	23	23	30	40	40
Presión estática externa (mínima a máxima)	Pa	30/120	30/120	30/120	30/120	30/120	30/120

Unidad exterior		RAV-SP404ATP-E	RAV-SP454ATP-E	RAV-SP564ATP-E	RAV-SP804ATP-E	RAV-SP1104AT-E	RAV-SP1404AT-E
Caudal de aire	m ³ /h - l/s ●	2400 - 667	2400 - 667	2400 - 667	3000 - 833	6060 - 1683	6180 - 1716
Presión sonora	dB(A) ●	45	45	47	48	49	51
Potencia sonora	dB(A) ●	62	62	63	64	66	68
Rango de funcionamiento	°C ●	-15 / 43	-15 / 43	-15 / 43	-15 / 43	-15 / 43	-15 / 43
Presión sonora	dB(A) ●	47	47	48	49	50	52
Potencia sonora	dBA ●	64	64	64	65	67	69
Rango de funcionamiento	°C ●	-15 / 15	-15 / 15	-20 / 15	-20 / 15	-20 / 15	-20 / 15
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	550 x 780 x 290	550 x 780 x 290	550 x 780 x 290	890 x 900 x 320	1340 x 900 x 320	1340 x 900 x 320
Peso	kg	40	40	44	66	93	93
Tipo de compresor		DC Twin Rotary					
Tuberías (gas-líquido)	Pulga-						
Gas		1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8
Líquido		1/4	1/4	1/4	3/8	3/8	3/8
Longitud mínima de tuberías	m	5	5	5	5	3	3
Longitud máxima de tuberías	m	30	30	50	50	75	75
Diferencia máxima de altura	m	30	30	30	30	30	30
Longitud precargada	m	20	20	20	30	30	30
Alimentación	V-ph-Hz	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50	220/240-1-50
Carga de refrigerante R-410a	Kg	1,0	1,0	1,4	2,1	3,1	3,1
Carga adicional	gr/m	20 (de 21m a 30m)	20 (de 21m a 30m)	20 (de 21m a 50m)	40 (de 31m a 50m)	40 (de 31m a 75m)	40 (de 31m a 75m)

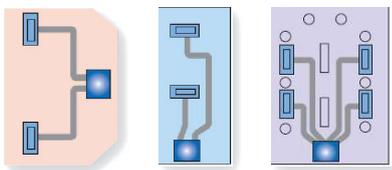
● = modo refrigeración ● = modo calefacción



TOSHIBA
CALEFACCIÓN & AIRE ACONDICIONADO

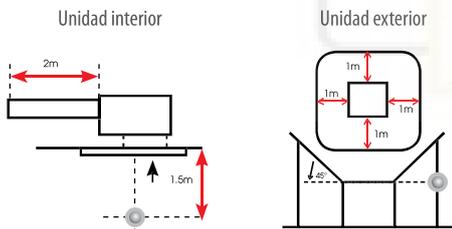
“Alta tecnología Inverter para habitaciones de hotel, dormitorios, despachos, salones...”

Amplia gama de aplicaciones



El uso de los conductos flexibles de longitud variable permite todo tipo de instalaciones incluso en salas con diseños complejos, salas poligonales, estrechas o espacios interiores con obstáculos.

- ⊙ Consumo en calefacción desde **170 W** // En refrigeración 210 W.
- ⊙ Funcionamiento en calefacción hasta **-20°C**
- ⊙ Compensación de la estratificación
- ⊙ Presión estática ajustable hasta 120Pa
- ⊙ Compresor tecnología Twin Rotary
- ⊙ **Reutilización de tuberías, incluso de distinto diámetro** (ver pág. 66)
- ⊙ Bomba de drenaje incluida.
- ⊙ Posibilidad de modo Twin (hasta 4 unidades interiores)(ver páginas 111 a 118)



Medición presión sonora - Standard JIS B8616-2006



Reutilización de Tuberías



TCBAX32E2 RBC-AS41E RBC-AMT32-E RBC-AMSS1-ES



Inalámbrico Simple Estándar Programador Multilinguaje

Precio Lista € 275 € 80 € 85 € 145€

PRECIOS Spa Super DI												
Refri/Cal (kW)	Spa INVERTER PLUS 40 3,6/4,0		Spa INVERTER PLUS 45 4,0/4,5		Spa INVERTER PLUS 56 5,0/5,6		Spa INVERTER PLUS 80 7,1/8,0		Spa INVERTER PLUS 110 10,0/11,2		Spa INVERTER PLUS 140 12,5/14,0	
	CÓDIGO	Precio Lista €	CÓDIGO	Precio Lista €	CÓDIGO	Precio Lista €						
Unidad Interior	RAV-SM406BTP-E	820 €	RAV-SM456BTP-E	827 €	RAV-SM566BTP-E1	832 €	RAV-SM806BTP-E1	840 €	RAV-SM1106BTP-E1	1.038 €	RAV-SM1406BTP-E	1.101 €
Unidad exterior	RAV-SP404ATP-E	1.414 €	RAV-SP454ATP-E	1.470 €	RAV-SP564ATP-E	1.476 €	RAV-SP804ATP-E	1.625 €	RAV-SP1104AT-E	2.302 €	RAV-SP1404AT-E	2.914 €
Mando Pared	RBC-AMT32E(cable)	85 €	RBC-AMT32E(cable)	85 €	RBC-AMT32E(cable)	85 €						
		2.319 €		2.382 €		2.393 €		2.550 €		3.425 €		4.100 €

Unidades exteriores de alta protección a la corrosión, consultar precio y disponibilidad.



Gama CITY MULTI

Unidades Exteriores (Zubadan / Replace Multi)



AIRE ACONDICIONADO

PUHY-HP200~250YNW NOVEDAD

Serie Y Zubadan (Bomba de Calor)

1 Módulo



ZUBADAN

MODELO	CAPACIDAD NOMINAL (kW) (FRÍO / CALOR)	CONSUMO NOMINAL (kW) (FRÍO / CALOR)	EFICIENCIA ENERGÉTICA (SEER / SCOP)	PVR
PUHY-HP200YNW-A	22,4 / 25	6,45 / 5,12	6,52 / 3,66	15.048 €
PUHY-HP250YNW-A	28 / 31,5	7,69 / 6,73	6,49 / 3,74	18.779 €

PUHY-HP400~500YSNW NOVEDAD

Serie Y Zubadan (Bomba de Calor)

2 Módulos

MODELO	CAPACIDAD NOMINAL (kW) (FRÍO / CALOR)	CONSUMO NOMINAL (kW) (FRÍO / CALOR)	EFICIENCIA ENERGÉTICA (SEER/SCOP)	PVR
PUHY-HP400YSNW-A	45 / 50	13,33 / 10,59	6,33 / 3,55	30.311 €
PUHY-HP500YSNW-A	56 / 63	15,86 / 13,89	6,30 / 3,62	37.773 €

PURY-RP200~300YJM

Serie R2 Replace Multi (Recuperación de Calor)

1 Módulo



**REPLACE
MULTI**

MODELO	CAPACIDAD NOMINAL (kW) (FRÍO / CALOR)	CONSUMO NOMINAL (kW) (FRÍO / CALOR)	EFICIENCIA ENERGÉTICA (SEER / SCOP)	PVR
PURY-RP200YJM-B	22,4 / 25	4,95 / 5,5	4,52 / 4,54	14.478 €
PURY-RP250YJM-B	28 / 31,5	6,82 / 7,22	4,1 / 4,36	18.094 €
PURY-RP300YJM-B	33,5 / 37,5	8,35 / 8,7	4,01 / 4,31	21.709 €

Hasta finalizar existencias

1. SPECIFICATIONS

ZUBADAN-Series

PUHY-HP-Y(S)NW-A

Model			PUHY-HP200YNW-A	
Power source			3-phase 4-wire 380-400-415 V 50/60 Hz	
Cooling capacity (Nominal)	*1	kW	22.4	
		BTU/h	76,400	
	Power input	kW	6.45	
	Current input	A	10.8-10.3-9.9	
	EER	kW/kW	3.47	
	SEER	kW/kW	6.52	
Temp. range of cooling	Indoor	W.B.	15.0~24.0°C (59~75°F)	
	Outdoor	D.B.	-5.0~52.0°C (23~126°F)	
Heating capacity (Max)	*2	kW	25.0	
		BTU/h	85,300	
	Power input	kW	6.11	
	Current input	A	10.3-9.7-9.4	
	COP	kW/kW	4.09	
	(Nominal)	*3	kW	22.4
			BTU/h	76,400
		Power input	kW	5.12
		Current input	A	8.6-8.2-7.9
		COP	kW/kW	4.37
SCOP	kW/kW	3.66		
Temp. range of heating	Indoor	D.B.	15.0~27.0°C (59~81°F)	
	Outdoor	W.B.	-30.0~15.5°C (-22~60°F)	
Indoor unit connectable	Total capacity		50~130% of outdoor unit capacity	
	Model/Quantity		P10~P250, M20~M140/1~20	
Sound pressure level (measured in anechoic room) *4, 5			dB <A> 53.5/54.0	
Sound power level (measured in anechoic room) *4			dB <A> 73/73	
Refrigerant piping diameter	Liquid pipe	mm (in.)	9.52 (3/8) Brazed	
	Gas pipe	mm (in.)	22.2 (7/8) Brazed	
FAN	Type x Quantity		Propeller fan x 2	
	Air flow rate	m ³ /min	190	
		L/s	3,167	
		cfm	6,709	
	Control, Driving mechanism		Inverter-control, Direct-driven by motor	
	Motor output	kW	0.46 x 2	
*6	External static press.		0 Pa (0 mmH ₂ O)	
Compressor	Type		Inverter scroll hermetic compressor	
	Starting method		Inverter	
	Motor output	kW	3.8	
	Case heater	kW	-	
	Lubricant		MEL46EH	
External finish			Pre-coated galvanized steel sheets <MUNSELL 3Y 7.8/1.1 or similar>	
External dimension H x W x D		mm	1,858 (1,798 without legs) x 1,240 x 740	
		in.	73-3/16 (70-13/16 without legs) x 48-7/8 x 29-3/16	
Protection devices	High pressure protection		High pressure sensor, High pressure switch at 4.15 MPa (601 psi)	
	Inverter circuit (COMP./FAN)		Over-heat protection, Over-current protection	
	Compressor		-	
	Fan motor		-	
Refrigerant	Type x original charge		R410A x 9.8 kg (22 lbs)	
	Control		LEV and HIC circuit	
Net weight		kg (lbs)	274 (605)	
Heat exchanger			Salt-resistant cross fin & copper tube	
HIC circuit (HIC: Heat Inter-Changer)			Copper pipe, tube-in-tube structure	
Defrosting method			Auto-defrost mode (Reversed refrigerant cycle, Hot gas)	
Drawing	External		KB94C4JE	
	Wiring		KE94L128	
Standard attachment	Document		Installation Manual	
	Accessory		-	
Optional parts			Joint: CMY-Y102SS-G2, CMY-Y102LS-G2 Header: CMY-Y104-G, CMY-Y108-G, CMY-Y1010-G	
Remarks			Details on foundation work, duct work, insulation work, electrical wiring, power source switch, and other items shall be referred to the Installation Manual. Due to continuing improvement, above specifications may be subject to change without notice.	

Notes:	Unit converter
1.Nominal cooling conditions (subject to JIS B8615-2) Indoor: 27°C D.B./19°C W.B. (81°F D.B./66°F W.B.), Outdoor: 35°C D.B. (95°F D.B.) Pipe length: 7.5 m (24-9/16 ft.), Level difference: 0 m (0 ft.)	BTU/h =kW x 3,412
2.Nominal heating conditions (subject to JIS B8615-2) Indoor: 20°C D.B. (68°F D.B.), Outdoor: 7°C D.B./6°C W.B. (45°F D.B./43°F W.B.) Pipe length: 7.5 m (24-9/16 ft.), Level difference: 0 m (0 ft.)	cfm =m ³ /min x 35.31
3.Nominal heating conditions (subject to JIS B8615-2) Indoor: 20°C D.B. (68°F D.B.), Outdoor: 7°C D.B./6°C W.B. (45°F D.B./43°F W.B.) Pipe length: 7.5 m (24-9/16 ft.), Level difference: 0 m (0 ft.) Eurovent registered	lbs =kg/0.4536
4.Cooling mode/Heating mode	
5.The sound pressure level measured by the conventional method in JIS for reference purpose.	
6.External static pressure option is available (30 Pa, 60 Pa, 80 Pa/3.1 mmH ₂ O, 6.1 mmH ₂ O, 8.2 mmH ₂ O). Consult your dealer about the specification when setting External static pressure option.	*Above specification data is subject to rounding variation.



Gama CITY MULTI

Unidades de Conductos Interiores



Serie Presión Estándar PEFY-M20~140VMA

PRESTACIONES



ALTURA 250mm



PEFY-M*VMA

Desde solo **21** dB_A



MODELO		PEFY-M20VMA-A	PEFY-M25VMA-A	PEFY-M32VMA-A	PEFY-M40VMA-A	PEFY-M50VMA-A	PEFY-M63VMA-A
Capacidad Nominal	Refrigeración / Calefacción	kW 2,2 / 2,5	2,8 / 3,2	3,6 / 4	4,5 / 5	5,6 / 6,3	7,1 / 8
Consumo Nominal	Refrigeración / Calefacción	kW 0,032 / 0,030	0,032 / 0,030	0,044 / 0,042	0,047 / 0,045	0,066 / 0,064	0,087 / 0,085
Alimentación	Fases, V/Hz	1, 220~240V/50-60Hz					
Intensidad	Refrigeración / Calefacción	A 0,25 / 0,25	0,25 / 0,25	0,34 / 0,34	0,37 / 0,37	0,51 / 0,51	0,66 / 0,66
Diam. Tuberías líquido/gas	mm	6,35/12,7	6,35/12,7	6,35/12,7	6,35/12,7	6,35/12,7	9,52/15,88
Nivel Sonoro (B/M/A)	dB(A)	21 / 25 / 27	21 / 25 / 27	23 / 27 / 30	23 / 28 / 31	24 / 31 / 34	27 / 31 / 35
Ventilador	Caudal de aire (B/M/A)	m³/min 6 / 7,5 / 8,5	6 / 7,5 / 8,5	7,5 / 9 / 10,5	10 / 12 / 14	12 / 14,5 / 17	13,5 / 16 / 19
	Presión estática	Pa 35/50/70/100/150					
	Potencia	kW 0,085	0,085	0,085	0,121	0,121	0,121
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm	250 x 700 x 732	250 x 700 x 732	250 x 700 x 732	250 x 900 x 732	250 x 900 x 732	250 x 900 x 732
Peso	kg	21	21	21	25	25	27
PVR		1.500 €	1.520 €	1.543 €	1.601 €	1.655 €	1.738 €

MODELO		PEFY-M71VMA-A	PEFY-M80VMA-A	PEFY-M100VMA-A	PEFY-M125VMA-A	PEFY-M140VMA-A
Capacidad Nominal	Refrigeración / Calefacción	kW 8 / 9	9 / 10	11,2 / 12,5	14 / 16	16 / 18
Consumo Nominal	Refrigeración / Calefacción	kW 0,080 / 0,078	0,080 / 0,078	0,142 / 0,140	0,199 / 0,197	0,208 / 0,206
Alimentación	1, 220~240V/50-60Hz	Fases, V/Hz 1, 220~240V/50-60Hz				
Intensidad	Refrigeración / Calefacción	A 0,57 / 0,57	0,57 / 0,57	0,97 / 0,97	1,23 / 1,23	1,34 / 1,34
Diam. Tuberías líquido/gas	mm	9,52/15,88	9,52/15,88	9,52/15,88	9,52/15,88	9,52/15,88
Nivel Sonoro (B/M/A)	dB(A)	25 / 31 / 34	25 / 31 / 34	30 / 35 / 38	34 / 38 / 40	33 / 37 / 40
Ventilador	Caudal de aire (B/M/A)	m³/min 14,5 / 18 / 21	14,5 / 18 / 21	23 / 28 / 32	28 / 34 / 37	29,5 / 35,5 / 40
	Presión estática	Pa 40/50/70/100/150				
	Potencia	kW 0,121	0,121	0,3	0,3	0,3
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm	250 x 1.100 x 732	250 x 1.100 x 732	250 x 1.400 x 732	250 x 1.400 x 732	250 x 1.600 x 732
Peso	kg	30	30	37	38	42
PVR		1.861 €	1.930 €	2.147 €	2.369 €	2.554 €

-Condiciones nominales: Referirse a la unidad exterior.
 -Los datos mostrados corresponden a una tensión de 220V/50Hz.
 -Incluyen Bomba de drenaje con una tubería de Ø32mm.
 -Incorporan filtro de aire de fibra sintética.
 -Disponen de terminal IT.
 -Presión estática de serie de 35/40 Pa.

OPCIONALES

!	Plasma Quad Connect	Consultar sección OPCIONALES	
	PAC-KE91TB-E	Caja de filtros PEFY-M20~32VMA	144 €
	PAC-KE92TB-E	Caja de filtros PEFY-M40~63VMA	175 €
	PAC-KE93TB-E	Caja de filtros PEFY-M71~80VMA	206 €
	PAC-KE94TB-E	Caja de filtros PEFY-M100~125VMA	252 €
	PAC-KE95TB-E	Caja de filtros PEFY-M140VMA	283 €
	PAC-SE41TS-E	Sonda remota de temperatura	62 €

ANEXO V

PRESUPUESTO MATERIALES ENVOLVENTE TÉRMICA



ZONA CLIMÁTICA B



AISLAMIENTOS

NAF010 m² **EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 70 mm de Espesor** **23,51**

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol TR-29 SE "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de **70 mm de espesor**, resistencia térmica 2,4 m²K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	9,000	0,19	1,71
mt16pel010jamo	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 70 mm de espesor, resistencia térmica 2,4 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-BS250-TR200-DS(N)2-CS(10)150.	1,050	10,33	10,85
Subtotal materiales:					12,56
2 Equipo y maquinaria					
mq06pym010	h	Mezcladora-bombeadora para morteros y yesos proyectados, de 3 m ³ /h.	0,232	8,52	1,98
Subtotal equipo y maquinaria:					1,98
3 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,201	22,00	4,42
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,201	20,34	4,09
Subtotal mano de obra:					8,51
4 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	23,05	0,46
Coste de mantenimiento decenal: 0,47€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		23,51

NAF010 m² **EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 40 mm de Espesor** **18,77**

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol TR-29 SE "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de **40 mm de espesor**, resistencia térmica 1,4 m²K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	9,000	0,19	1,71
mt16pel010jago	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,4 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-BS250-TR200-DS(N)2-CS(10)150.	1,050	5,90	6,20
Subtotal materiales:					7,91
2 Equipo y maquinaria					
mq06pym010	h	Mezcladora-bombeadora para morteros y yesos proyectados, de 3 m ³ /h.	0,232	8,52	1,98
Subtotal equipo y maquinaria:					1,98
3 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,201	22,00	4,42
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,201	20,34	4,09
Subtotal mano de obra:					8,51
4 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	18,40	0,37
Coste de mantenimiento decenal: 0,38€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		18,77

NAM030 m² **EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 40 mm de Espesor** **12,87**

Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol Termoimpact "VALERO"**, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de **40 mm de espesor**, resistencia térmica 1,33 m²K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Precio

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	unitario	Importe
1 Materiales					
mt16pel060Lmd	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,33 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-T3-L3-W2-S5-P10-TR200-DS(N)2-BS150-CS(10)100; proporcionando una reducción del nivel global de presión de ruido de impactos de 29 dB.	1,100	6,39	7,03
mt16png010d	m ²	Film de polietileno de 0,2 mm de espesor y 184 g/m ² de masa superficial.	1,050	0,41	0,43
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,250	0,30	0,08
Subtotal materiales:					7,54
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,120	22,00	2,64
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,34	2,44
Subtotal mano de obra:					5,08
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	12,62	0,25
Coste de mantenimiento decenal: 1,24€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		12,87

NAM030 m² **EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 30 mm de Espesor** **11,11**

Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 1 m²K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16pel060Lid	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 1 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-T3-L3-W2-S5-P10-TR200-DS(N)2-BS150-CS(10)100; proporcionando una reducción del nivel global de presión de ruido de impactos de 29 dB.	1,100	4,82	5,30
mt16png010d	m ²	Film de polietileno de 0,2 mm de espesor y 184 g/m ² de masa superficial.	1,050	0,41	0,43
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,250	0,30	0,08
Subtotal materiales:					5,81
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,120	22,00	2,64
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,34	2,44
Subtotal mano de obra:					5,08
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	10,89	0,22
Coste de mantenimiento decenal: 1,07€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		11,11

NAB030 m² **EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero de 80 mm de** **27,55**

Aislamiento térmico por el exterior de muros en contacto con el terreno, formado por panel rígido de poliestireno expandido hidrófobo EPSH, **Donpol Verde "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de **80 mm de espesor**, resistencia térmica 2,5 m²K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), colocado a tope y fijado con adhesivo cementoso sobre el trasdós del muro, preparado para recibir el relleno con material de drenaje. Incluso perfil de chapa curvada, para remate y protección de los bordes de los paneles de aislamiento térmico.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16pel050jbkb	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido hidrófobo EPSH, Donpol Verde "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 80 mm de espesor, conductividad térmica 0,032 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-CS(10)200-BS250-TR120-DS(70,90)1-WL(T)2.	1,100	19,15	21,07

mt16aaa040b	kg	Adhesivo cementoso para fijación de paneles aislantes, en paramentos verticales.	1,000	0,45	0,45
mt16aaa100	m	Perfil de chapa curvada de acero prelacado, de 0,6 mm de espesor y 15 mm de anchura, para remate y protección de los bordes de los paneles de aislamiento térmico.	0,330	1,25	0,41
			Subtotal materiales:		21,93
2	Mano de obra				
mo054	h	Oficial 1º montador de aislamientos.	0,120	22,00	2,64
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,34	2,44
			Subtotal mano de obra:		5,08
3	Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	27,01	0,54
Coste de mantenimiento decenal: 2,49€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		27,55

NAF020 m² **MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] de 45 mm de Espesor** **8,59**

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica para revestir, con panel flexible de **lana de vidrio**, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de **45 mm de espesor**, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con pelladas de adhesivo cementoso. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				
mt16aaa040b	kg	Adhesivo cementoso para fijación de paneles aislantes, en paramentos verticales.	1,000	0,45	0,45
mt16lva020o	m ²	Panel flexible de lana de vidrio, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de 45 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m ² K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK), Euroclase F de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, capacidad de absorción de agua a corto plazo <=1 kg/m ² y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 1.	1,050	3,54	3,22
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,440	0,30	0,13
			Subtotal materiales:		3,80
2	Mano de obra				
mo054	h	Oficial 1º montador de aislamientos.	0,109	22,00	2,40
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	20,34	2,22
			Subtotal mano de obra:		4,62
3	Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	8,42	0,17
Coste de mantenimiento decenal: 0,18€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		8,59

ACRISTALAMIENTOS

LVC030 m² **Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 4/10 aire/4 "SAINT GOBAIN"** **71,33**

Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 4/10 aire/4 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANITHERM XN de 4 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, y vidrio interior PLANICLEAR de 4 mm de espesor; 18 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				
mt21dsg011aa	m ²	Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 4/10 aire/4 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANITHERM XN de 4 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, y vidrio interior PLANICLEAR de 4 mm de espesor; 18 mm de espesor total.	1,006	51,83	52,14
mt21sik010	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
			Subtotal materiales:		54,83
2	Mano de obra				
mo055	h	Oficial 1º cristalero.	0,340	22,78	7,75
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,340	21,61	7,35

			Subtotal mano de obra:	15,10
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	69,93
Coste de mantenimiento decenal: 14,98€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	71,33



ZONA CLIMÁTICA E



AISLAMIENTOS

NAF010 m² **EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 125 mm de Espesor** **32,99**

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol TR-29 SE "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de **125 mm** de espesor, resistencia térmica 4,31 m²K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	9,000	0,19	1,71
mt16pel010javo	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 125 mm de espesor, resistencia térmica 4,31 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-BS250-TR200-DS(N)2-CS(10)150.	1,050	19,18	20,14
Subtotal materiales:					21,85
2					
Equipo y maquinaria					
mq06pym010	h	Mezcladora-bombearadora para morteros y yesos proyectados, de 3 m ³ /h.	0,232	8,52	1,98
Subtotal equipo y maquinaria:					1,98
3					
Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,201	22,00	4,42
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,201	20,34	4,09
Subtotal mano de obra:					8,51
4					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	32,34	0,65
Coste de mantenimiento decenal: 0,66€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		32,99

NAF010 m² **EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero de 100 mm de Espesor** **28,24**

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol TR-29 SE "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de **100 mm** de espesor, resistencia térmica 3,45 m²K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	9,000	0,19	1,71
mt16pel010jaso	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-29 SE "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 100 mm de espesor, resistencia térmica 3,45 m ² K/W, conductividad térmica 0,029 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-BS250-TR200-DS(N)2-CS(10)150.	1,050	14,75	15,49
Subtotal materiales:					17,20
2					
Equipo y maquinaria					
mq06pym010	h	Mezcladora-bombearadora para morteros y yesos proyectados, de 3 m ³ /h.	0,232	8,52	1,98
Subtotal equipo y maquinaria:					1,98
3					
Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,201	22,00	4,42
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,201	20,34	4,09
Subtotal mano de obra:					8,51
4					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	27,69	0,55
Coste de mantenimiento decenal: 0,56€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		28,24

NAF010 m² **EPS-Grafipol TR-30 [0,030 [W/mK]] Valero de 60 mm de Espesor** **18,80**

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica cara vista, con panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol TR-30 SE "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de **60 mm** de espesor, resistencia térmica 2 m²K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con mortero adhesivo proyectado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	9,000	0,19	1,71
mt16pel010kbko	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-30 SE "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 2 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-BS150-TR200-DS(N)2-CS(10)100.	1,050	5,00	5,25
Subtotal materiales:					6,96
2 Equipo y maquinaria					
mq06pym010	h	Mezcladora-bombearadora para morteros y yesos proyectados, de 3 m ³ /h.	0,232	8,52	1,98
Subtotal equipo y maquinaria:					1,98
3 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,201	22,00	4,42
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,201	20,34	4,09
Subtotal mano de obra:					8,51
4 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	17,45	0,35
Coste de mantenimiento decenal: 0,36€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		17,80

NAM030 m² **EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 60 mm de Espesor** **16,59**

Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol Termoimpact "VALERO"**, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, **de 60 mm de espesor**, resistencia térmica 2,00 m²K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16pel060Lud	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 2,00 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-T3-L3-W2-S5-P10-TR200-DS(N)2-BS150-CS(10)100; proporcionando una reducción del nivel global de presión de ruido de impactos de 29 dB.	1,100	8,79	10,67
mt16png010d	m ²	Film de polietileno de 0,2 mm de espesor y 184 g/m ² de masa superficial.	1,050	0,41	0,43
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,250	0,30	0,08
Subtotal materiales:					11,18
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,120	22,00	2,64
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,34	2,44
Subtotal mano de obra:					5,08
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	16,26	0,33
Coste de mantenimiento decenal: 1,50€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		16,59

NAM030 m² **EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero de 10 mm de Espesor** **7,93**

Aislamiento termoacústico bajo suelos de madera y laminados, formado por panel rígido de poliestireno expandido, **Grafipol Termoimpact "VALERO"**, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, **de 10 mm de espesor**, resistencia térmica 0,35 m²K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), colocado a tope, simplemente apoyado, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor y desolidarización perimetral realizada con el mismo material aislante, preparado para recibir directamente el suelo de madera o laminado. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					

mt16pel060Lad	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol Termoimpact "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,35 m ² K/W, conductividad térmica 0,03 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-T3-L3-W2-S5-P10-TR200-DS(N)2-BS150-CS(10)100; proporcionando una reducción del nivel global de presión de ruido de impactos de 27 dB.	1,100	1,98	2,18
mt16png010d	m ²	Film de polietileno de 0,2 mm de espesor y 184 g/m ² de masa superficial.	1,050	0,41	0,43
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,250	0,30	0,08
			Subtotal materiales:		2,69
2	Mano de obra				
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,120	22,00	2,64
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,34	2,44
			Subtotal mano de obra:		5,08
3	Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	7,77	0,16
Coste de mantenimiento decenal: 0,76€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		7,93

NAB030 m² **EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero de 140 mm de** **43,67**

Aislamiento térmico por el exterior de muros en contacto con el terreno, formado por panel rígido de poliestireno expandido hidrófobo EPSH, **Donpol Verde "VALERO"**, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de **140 mm de espesor**, resistencia térmica 4,4 m²K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), colocado a tope y fijado con adhesivo cementoso sobre el trasdós del muro, preparado para recibir el relleno con material de drenaje. Incluso perfil de chapa curvada, para remate y protección de los bordes de los paneles de aislamiento térmico.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				
mt16pel050jbsb	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido hidrófobo EPSH, Donpol Verde "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 140 mm de espesor, conductividad térmica 0,032 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-CS(10)200-BS250-TR120-DS(70,90)1-WL(T)2.	1,100	33,52	36,87
mt16aaa040b	kg	Adhesivo cementoso para fijación de paneles aislantes, en paramentos verticales.	1,000	0,45	0,45
mt16aaa100	m	Perfil de chapa curvada de acero prelacado, de 0,6 mm de espesor y 15 mm de anchura, para remate y protección de los bordes de los paneles de aislamiento térmico.	0,330	1,25	0,41
			Subtotal materiales:		37,73
2	Mano de obra				
mo054	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,120	22,00	2,64
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,34	2,44
			Subtotal mano de obra:		5,08
3	Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	42,81	0,86
Coste de mantenimiento decenal: 3,95€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		43,67

NAF020 m² **MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] de 45 mm de Espesor** **8,59**

Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior, en fachada de doble hoja de fábrica para revestir, con panel flexible de **lana de vidrio**, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de **45 mm de espesor**, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK). Colocación en obra: a tope, con pelladas de adhesivo cementoso. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				
mt16aaa040b	kg	Adhesivo cementoso para fijación de paneles aislantes, en paramentos verticales.	1,000	0,45	0,45
mt16lva020o	m ²	Panel flexible de lana de vidrio, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de 45 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m ² K/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK), Euroclase F de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, capacidad de absorción de agua a corto plazo <=1 kg/m ² y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 1.	1,050	3,54	3,22
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,440	0,30	0,13
			Subtotal materiales:		3,80

2		Mano de obra			
mo054	h	Oficial 1º montador de aislamientos.	0,109	22,00	2,40
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	20,34	2,22
			Subtotal mano de obra:		4,62
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	8,42	0,17
Coste de mantenimiento decenal: 0,18€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		8,59

ACRISTALAMIENTOS

LVC030	m²	Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 6/14 argón 90%/6 "SAINT GOBAIN"	96,57
---------------	-----------	---	--------------

Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 6/14 argón 90%/6 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANITHERM XN de 6 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 14 mm, rellena de gas argón y vidrio interior PLANICLEAR de 6 mm de espesor; 26 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt21dsg011Gu	m²	Doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2 6/14 argón 90%/6 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANITHERM XN de 6 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 14 mm, rellena de gas argón y vidrio interior PLANICLEAR de 6 mm de espesor; 26 mm de espesor total.	1,006	76,43	76,89
mt21sik010	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					79,58
2					
Mano de obra					
mo055	h	Oficial 1º cristalero.	0,340	22,78	7,75
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,340	21,61	7,35
Subtotal mano de obra:					15,10
3					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	94,68	1,89
Coste de mantenimiento decenal: 20,28€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		96,57