

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"Análisis energético de un edificio de oficinas para el cumplimiento del DB-HE mediante el software Cypetherm HE Plus"

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre -2022

AUTOR: Aarón Guil Córdoba

DIRECTOR/ES: Javier Molina González



# Índice general.

1. Introducción.....	13
2. Normativa aplicada en el estudio.....	14
3. Datos del edificio, zona climática y zo-nas térmicas.....	15
3.1. Parámetros generales. ....	15
3.2. Datos del emplazamiento.....	18
3.3. Zonas térmicas. ....	19
4. Cumplimiento de los apartados del CTE DB-HE.....	20
4.1. Demostración del cumplimiento del CTE DB-HE 0. ....	20
4.1.1. Definición de la localidad y de la zona climática de ubicación. ....	21
4.1.2. Definición de la envolvente térmica y sus componentes. ....	21
4.1.3. Perfil de uso, nivel de acondicionamiento (acondicionado o no acondi- cionado), nivel de ventilación de cálculo y condiciones operacionales de los espa- cios habitables y de los espacios no habitables. ....	28
4.1.4. Procedimiento empleado para el cálculo del con-sumo energético. ....	34
4.1.5. Demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS.....	34
4.1.6. Consumo energético (energía final consumida por vector energético) de los distintos servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y, en su caso, iluminación). ....	36
4.1.7. Energía producida y la aportación de energía procedente de fuentes renovables.....	37
4.1.8. Descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos. ....	37
4.1.9. Rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos.....	38
4.1.10. Factores empleados para la conversión de energía final a energía primaria. .....	38
4.1.11. Consumo de energía primaria no renovable ( $C_{ep,nren}$ ) del edificio y el valor límite aplicable ( $C_{ep,nren,lim}$ ). ....	39
4.1.12. Consumo de energía primaria total ( $C_{ep,tot}$ ) y el valor límite aplicable ( $C_{ep,tot,lim}$ ). ....	40
4.1.13. Número de horas fuera de consigna y el valor límite aplicable. ....	41
4.2. Demostración del cumplimiento del CTE DB-HE 1. ....	41
4.2.1. Definición de la localidad y de la zona climática de ubicación. ....	42
4.2.2. Compacidad del edificio o parte del edificio. ....	42

4.2.3. Esquema geométrico de definición de la envolvente térmica. ....	43
4.2.4. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica (cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos), así como los valores límite de los parámetros que resulten aplicables. ....	45
4.2.5. Caracterización geométrica, constructiva e higrotérmica de los elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones, así como los valores límite que les correspondan. ....	52
4.2.6. Características técnicas mínimas que deben reunir los productos que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético. ....	53
4.2.7. En edificios nuevos de uso residencial privado, la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa ( $n_{50}$ ). ....	53
4.2.8. Verificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de condensaciones. ....	54
4.3. Demostración del cumplimiento del CTE DB-HE 4 Y HE 5. ....	55
4.4. Demostración de las características de las instalaciones de iluminación. ....	55
5. Propuesta de mejoras. ....	65
5.1. Calificación energética del edificio base. ....	65
5.2. MAE 1: Mejoras en la iluminación. ....	66
5.3. MAE 2: Instalación de módulos fotovoltaicos en la cubierta superior del edificio. ....	67
5.4. MAE 3: Combinación de la MAE 1 y MAE 2. ....	69
6. Estudio de viabilidad económica de las propuestas de mejora. ....	71
6.1. Parámetros económicos. ....	71
6.2. Resultados obtenidos. ....	71
7. Conclusión. ....	73
8. Certificación energética. ....	74

Anexo I: Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II: Calificación energética del edificio.

Anexo III: Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV: Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Anexo V: Listado de materiales que forman la envolvente térmica

Anexo VI: Listado de los puentes térmicos

Anexo VII: Cálculo de condensaciones

Anexo VIII: Diseño de la instalación fotovoltaica de la MAE 2

Anexo IX: Estudio económico de las MAE propuestas

Anexo X: Fichas técnicas de los dispositivos empleados





# Índice de figuras.

Figura 1: Plano del sótano. ....	15
Figura 2: Plano de la planta baja. ....	16
Figura 3: Plano de la primera planta.....	16
Figura 4: Plano de la segunda planta. ....	17
Figura 5: Parte frontal y posterior del edificio respectivamente. ....	17
Figura 6: Extracto del Anejo B del DB-HE.....	18
Figura 7: Registro de temperaturas en Granada. ....	18
Figura 8: Extracto de la justificación de exigencia del DB-HE. ....	20
Figura 9: Detalles constructivos de la fachada. ....	21
Figura 10: Detalles constructivos de los tabiques. ....	22
Figura 11: Detalles constructivos de la cubierta superior. ....	22
Figura 12: Detalles constructivos de la cubierta inferior.....	23
Figura 13: Detalles constructivos del forjado.....	23
Figura 14: Detalles constructivos de la solera. ....	24
Figura 15: Extracto de diseños constructivos del documento “Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios”. ....	25
Figura 16: Definición de hueco acristalado por el DB-HE. ....	25
Figura 17: Detalles del vidrio seleccionado. ....	26
Figura 18: Factores de transmitancia de los elementos de protección. ....	26
Figura 19: Conjunto de ilustraciones de las diferentes ventanas del edificio, 1.....	27
Figura 20: Conjunto de ilustraciones de las diferentes ventanas del edificio, 2.....	28
Figura 21: Partición virtual de un recinto en IFC Builder.....	29
Figura 22: Resultados obtenidos de la demanda energética. ....	34
Figura 23: Gráfico detallado de la demanda energética. ....	35
Figura 24: Gráficos detallados del consumo de energía y de la potencia necesaria para cumplir con la demanda energética respectivamente. ....	35
Figura 25: Extracto del ámbito de aplicación del HE 4 del DB-HE.....	36
Figura 26: Resultados obtenidos del consumo de energía.....	36
Figura 27: Resultados de la energía producida por el edificio. ....	37
Figura 28: Tabla extraída del RITE para el diseño de recuperadores de calor.....	38

Figura 29: Extracto del DB-HE para el cálculo del límite de energía primaria no renovable. ....	39
Figura 30: Resultados obtenido de Cep,nren,lim por CYPETHERM HE Plus.....	40
Figura 31: Extracto del DB-HE para el cálculo del límite del consumo de energía primaria.....	40
Figura 32: Resultados obtenido de Cep,tot,lim por CYPETHERM HE Plus. ....	41
Figura 33: Resultados obtenidos por CYPETHERM HE Plus de las horas fuera de consigna.....	41
Figura 34: Extracto del DB-HE de justificación de la exigencia. ....	42
Figura 35: Envoltente térmica en el sótano. ....	43
Figura 36: Envoltente térmica en la planta baja. ....	44
Figura 37: Envoltente térmica en la primera planta.....	44
Figura 38: Envoltente térmica en la segunda planta.....	44
Figura 39: Características de los materiales utilizados en la envoltente térmica. ....	45
Figura 40: Puente térmico lineal de la fachada con la solera. ....	45
Figura 41: Puente térmico lineal de la fachada con la cubierta. ....	46
Figura 42: Puente térmico lineal de la fachada con el pilar.....	46
Figura 43: Puente térmico lineal de la fachada con el forjado. ....	47
Figura 44: Puente térmico lineal de las esquinas salientes.....	47
Figura 45: Puente térmico lineal de los alféizares.....	47
Figura 46: Puente térmico lineal de los dinteles.....	48
Figura 47: Puente térmico lineal de las jambas. ....	48
Figura 48: Extracto del DB-HE para el cálculo de $k_{lim}$ . ....	49
Figura 49: Resultados obtenidos por CYPETHERM HE Plus de k.....	49
Figura 50: Extracto del DB-HE de los valores límites de la transmitancia térmica de los elementos que componen la envoltente térmica. ....	50
Figura 51: Extracto del DB-HE donde se indica la permeabilidad al aire. ....	51
Figura 52: Extracto del DB-HE donde se indican los valores de control solar.....	51
Figura 53: Resultados obtenidos por CYPETHERM HE Plus del control solar.....	52
Figura 54: Extracto del DB-HE que indica el límite de descompensaciones en las particiones internas.....	52
Figura 55: Detalles técnicos de las luminarias de los aseos y almacenes.....	56
Figura 56: Detalles técnicos de las luminarias del aparcamiento.....	57

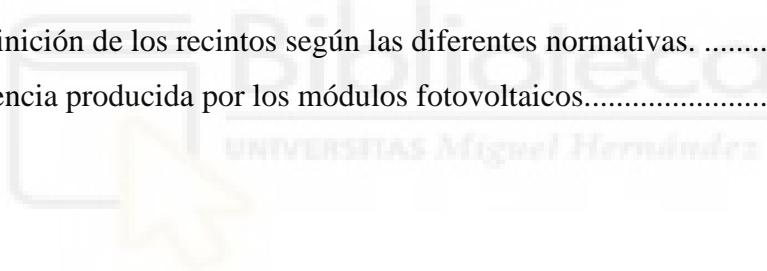


Figura 57: Detalles técnicos de las luminarias de emergencia del aparcamiento.....	57
Figura 58: Detalles técnicos de las luminarias del modelo Downlight. ....	58
Figura 59: Detalles técnicos de las luminarias empotradas.....	58
Figura 60: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Sala de máquinas....	59
Figura 61: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Aparcamiento. ....	59
Figura 62: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Comedor.....	60
Figura 63: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Entrada. ....	60
Figura 64: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Pasillo de la planta baja. ....	61
Figura 65: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Sala de trabajo.....	61
Figura 66: Justificación del cumplimiento de las normativas en los Aseos. ....	62
Figura 67: Justificación del cumplimiento de las normativas en los Almacenes. ....	62
Figura 68: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Despacho 1. ....	63
Figura 69: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Despacho 2. ....	63
Figura 70: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Sala de reuniones. ..	64
Figura 71: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Pasillo de la planta superior. ....	64
Figura 72: Indicador de emisiones del edificio base. ....	65
Figura 73: Indicador del consumo de energía del edificio base. ....	65
Figura 74: Indicador de la demanda de energía del edificio base. ....	66
Figura 75: Indicador de emisiones de la MAE 1.....	66
Figura 76: Indicador del consumo de energía de la MAE 1.....	67
Figura 77: Indicador de la demanda de energía de la MAE 1. ....	67
Figura 78: Indicador de emisiones de la MAE 2.....	68
Figura 79: Indicador del consumo de energía de la MAE 2.....	68
Figura 80: Indicador de la demanda de energía de la MAE 2. ....	68
Figura 81: Indicador de emisiones de la MAE 3.....	69
Figura 82: Indicador del consumo de energía de la MAE 3.....	69
Figura 83: Indicador de la demanda de energía de la MAE 3. ....	70
Figura 84: Resultados obtenidos de la simulación económica. ....	72



# Índice de tablas.

Tabla 1: Recintos no habitables.....	19
Tabla 2: Recintos habitables.....	19
Tabla 3: Parámetros del vidrio seleccionado.....	26
Tabla 4: Características de las diferentes ventanas. ....	27
Tabla 5: Con los dispositivos que forman el sistema de climatización del edificio.....	38
Tabla 6: Factores de conversión de energía final a energía primaria. ....	39
Tabla 7: Superficie de intercambio de calor. ....	43
Tabla 8: Volumen del edificio. ....	43
Tabla 9: Valor de k de los diferentes elementos de la envolvente. ....	49
Tabla 10: Valor de U de los diferentes elementos de la envolvente.....	50
Tabla 11: Valor de U de las separaciones internas verticales y horizontales. ....	53
Tabla 12: Parámetros de la instalación de iluminación. ....	55
Tabla 13: Definición de los recintos según las diferentes normativas. ....	56
Tabla 14: Potencia producida por los módulos fotovoltaicos.....	68





# 1. Introducción.

En el presente documento se realiza un análisis energético de un edificio de oficinas. Más específicamente, está formado por cuatro plantas, estando solo una de las plantas por debajo del nivel de rasante.

Para llevar a cabo el estudio energético de dicho edificio, se parte de una base de condiciones dictadas por el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). En primer lugar, la zona de emplazamiento del edificio es una zona térmica C3. Concretamente el edificio se encuentra en la localidad de Granada con orientación al sur. Como segundo condicionante encontramos la instalación de climatización, la instalación está formada por un sistema VRV, también es conocido como Volumen de Refrigerante Variable, además de un recuperador de calor sensible. Con respecto a la envolvente del edificio se deja en base a la lo que dicta el apartado HE 1, una sección de las seis que posee el documento mencionado con anterioridad.

También se detallan un conjunto de contenidos mínimos como justificación del cumplimiento de la normativa del Código Técnico de la Edificación DB-HE: DB-HE 0 Limitación del consumo energético, DB-HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética, DB-HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación, DB-HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria, DB-HE 5 Generación de energía eléctrica. Finalmente, se obtiene el documento con el certificado energético del edificio donde aparecen las instalaciones y la envolvente definida.

Para finalizar, en el presente estudio se parte de la base teórica del contenido aprendido en la asignatura de Eficiencia Energética y Energías Renovables del grado. Para el desarrollo del análisis se ha utilizado como herramienta principal los softwares de simulación de la interfaz de CYPE Ingenieros, S.A.: Para el modelado del edificio se ha utilizado IFC Builder, para realizar la instalación de iluminación se ha empleado CYPELUX CTE, para la simulación y obtención de resultados, así como certificados se ha hecho uso de CYPETHERM HE Plus (CTE 2019) y para la simulación económica CYPETHERM Improvements Plus.

## 2. Normativa aplicada en el estudio.

La normativa que se ha seguido a lo largo del presente trabajo de fin de grado es la siguiente:

-Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 agosto de 2002).

-Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

-Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

-Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

-Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

-Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

-Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

### 3. Datos del edificio, zona climática y zonas térmicas.

En este apartado se explicará en detalle el uso que tendrá el edificio, así como sus diferentes plantas que lo componen. Además, se detallará la zona climática de emplazamiento y las diferentes zonas térmicas que se diferenciarán en el edificio, estos dos últimos apartados se realizarán con la base de datos que nos proporciona el programa de cálculo y simulación CYPETHERM HE Plus (CTE 2019). Dichos archivos son de tipo .epw que provienen de los .met que están en la web del Ministerio de Transición.

#### 3.1. Parámetros generales.

Estamos ante un edificio de obra nueva, es decir, es un edificio que aún no está construido, es por ello por lo que se deben cumplir las condiciones del DB-HE. El uso de este edificio no será residencial privado, será un edificio de uso terciario el cual se usará como oficinas técnicas.

El edificio está formado por cuatro plantas, con una altura total de 15 m, siendo una de ellas un sótano con una altura de 3,7 m, se utilizará como un aparcamiento de coches, bicicletas o patinetes eléctricos principalmente, también se podrá encontrar una sala de máquinas. Las otras plantas restantes son donde se desarrollarán las actividades de los diferentes empleados, todas poseen una altura de 4 m. La cubierta del presente edificio no será transitable.

A continuación, se podrá apreciar los diferentes planos en planta de dicho edificio:

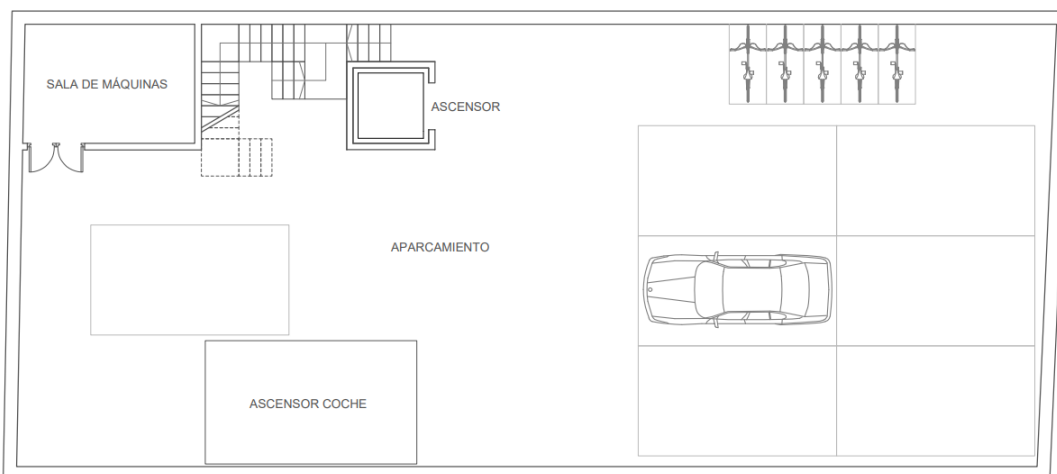


Figura 1: Plano del sótano.

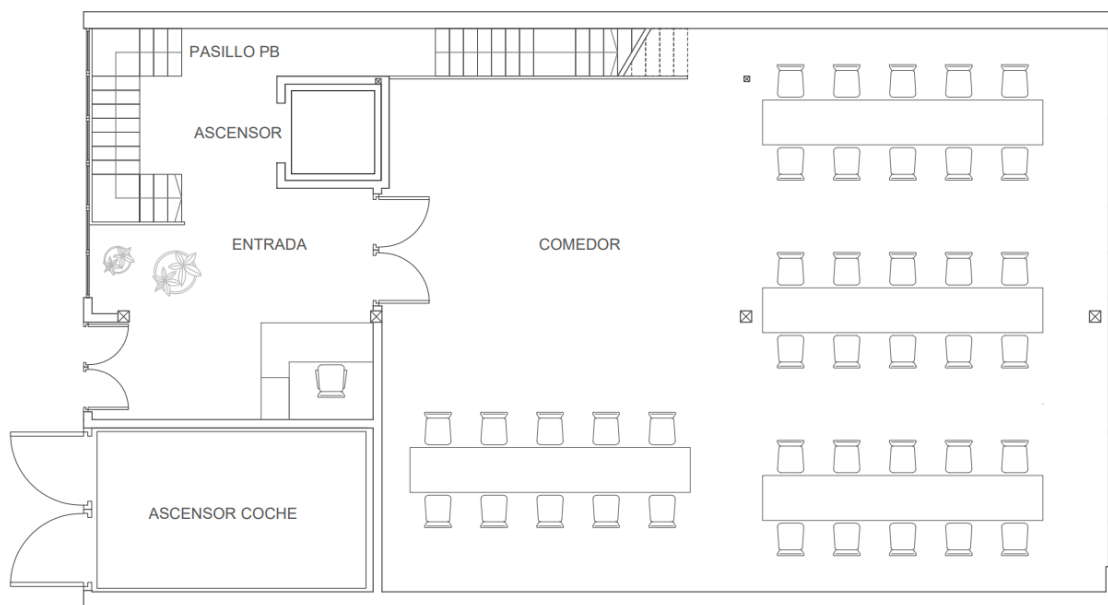


Figura 2: Plano de la planta baja.

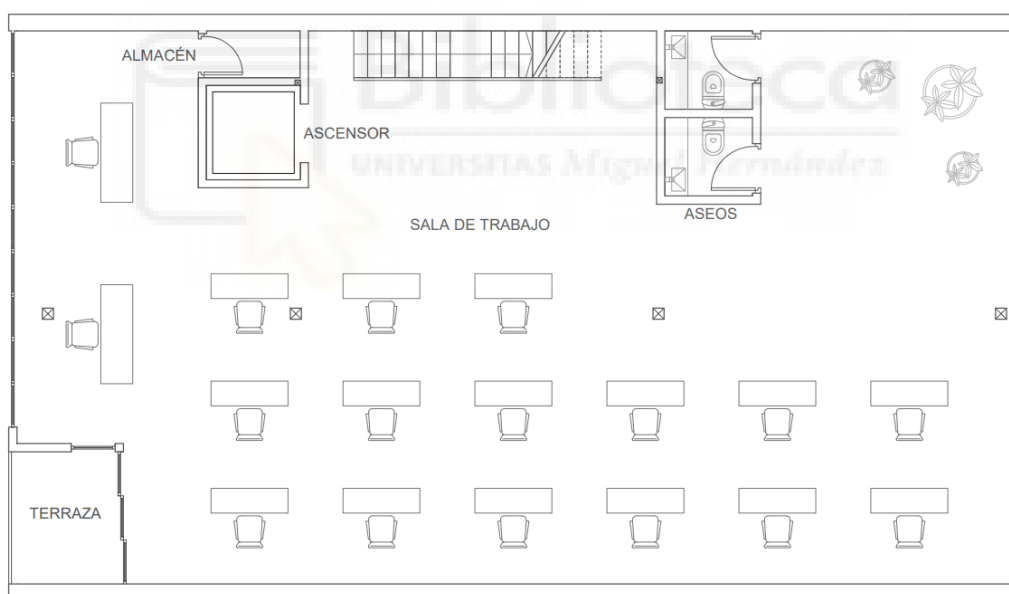
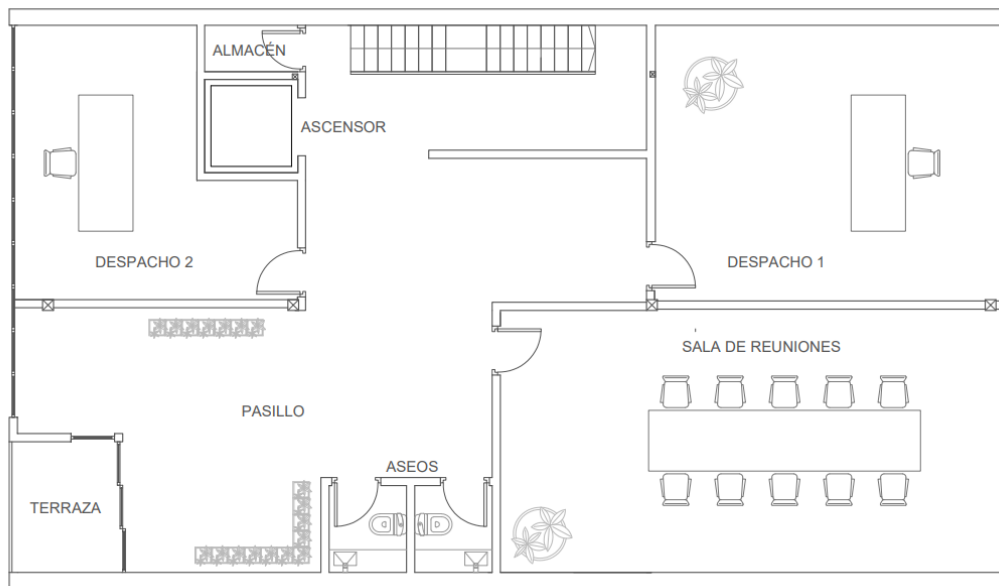


Figura 3: Plano de la primera planta.





*Figura 4: Plano de la segunda planta.*



*Figura 5: Parte frontal y posterior del edificio respectivamente.*

### 3.2. Datos del emplazamiento.

Como se ha comentado anteriormente en la introducción, uno de los condicionantes del presente trabajo es el emplazamiento de la edificación. El edificio se encuentra situado en la comunidad autónoma de Andalucía, más concretamente se encuentra en la ciudad de Granada.

La base de datos del software de cálculo CYPETHERM HE Plus (CTE 2019) nos indica que la ciudad posee una altura respecto al nivel del mar de 738 metros. A la ciudad de Granada le corresponde una zona climática C3, como indica el Anejo B del CTE DB-HE.

En la siguiente ilustración se puede apreciar el razonamiento de la zona climática según indica el anejo mencionado con anterioridad.

#### Anejo B Zonas climáticas

##### 1 Zonas climáticas

1 La tabla a-Anejo B permite obtener la zona climática (Z.C.) de un emplazamiento en función de su provincia y su altitud respecto al nivel del mar (h):

**Tabla a-Anejo B. Zonas climáticas**

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																						
	≤ 50 m	51-100 m	101-150 m	151-200 m	201-250 m	251-300 m	301-350 m	351-400 m	401-450 m	451-500 m	501-550 m	551-600 m	601-650 m	651-700 m	701-750 m	751-800 m	801-850 m	851-900 m	901-950 m	951-1000 m	1001-1050 m	1051-1250 m	1251-1300 m
Gipuzkoa	D1				E1																		
Girona	C2		D2				E1																
Granada	A4		B4			C4			C3			D3			E1								
Guadalajara	D3															D2		E1					

Figura 6: Extracto del Anejo B del DB-HE.

Tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen, la temperatura mínima de Granada se alcanza en el mes de febrero y alcanza un valor aproximado de -2 °C, mientras que la temperatura máxima se alcanza en el mes de julio con un valor de 35,5 °C orientativo. La siguiente gráfica es proporcionada por la base de datos el software mencionado anteriormente.

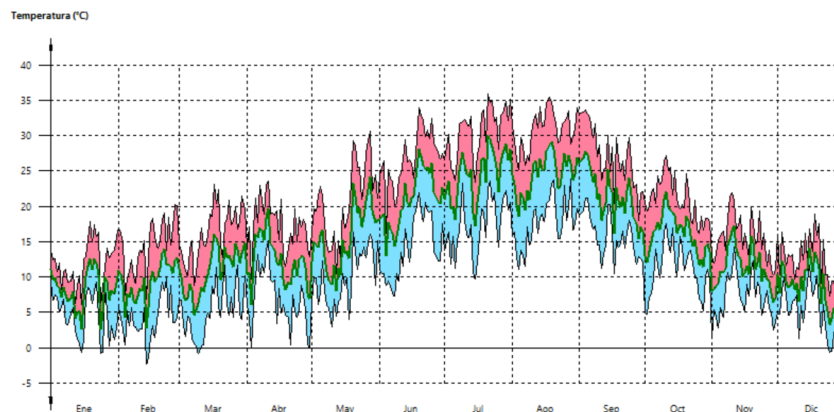


Figura 7: Registro de temperaturas en Granada.

### 3.3. Zonas térmicas.

Las zonas térmicas se definen en el programa de cálculo, el presente edificio consta de dos zonas diferentes. Las zonas térmicas son un factor condicionante del enunciado, es por eso por lo que solo se pueden diferenciar dos zonas.

El edificio consta de recintos habitables y no habitables, los recintos no habitables se situarán dentro de la zona térmica no habitable. Por otra parte, la zona térmica habitable dependerá de los diferentes sistemas de climatización que se instalen, es decir, si en nuestro edificio se instalasen tres sistemas de climatización diferentes, habría que dividir la zona climática habitable entre tres subzonas diferentes. Como una condición de nuestro enunciado era la instalación de un sistema VRV más un recuperador de calor, el edificio solo tendrá un único sistema de climatización, y por ende una única zona térmica habitable.

**-Zona no habitable:** Los recintos que se encuentran esta zona térmica se pueden apreciar en la siguiente tabla. Cabe mencionar que esta zona también forma parte de la envolvente del edificio.

Recintos
Aparcamiento
Sala de máquinas
Hueco del ascensor
Hueco entrada coche
Almacén

Tabla 1: Recintos no habitables.

**-Zona habitable (VRV y recuperador de calor):** En esta zona se incluyen los edificios que son habitables y están climatizados por el sistema propuesto en el enunciado.

Recintos
Entrada
Comedor
Pasillo
Sala de trabajo
Aseos
Despachos
Sala de reuniones

Tabla 2: Recintos habitables.

## 4. Cumplimiento de los apartados del CTE DB-HE.

En el presente apartado se justificarán todas las medidas que se han tomado para el diseño global del edificio en cuestión, con el fin de garantizar el cumplimiento del CTE DB-HE.

### 4.1. Demostración del cumplimiento del CTE DB-HE 0.

Para justificar el cumplimiento del apartado CTE DB-HE 0, se deberá cumplir como mínimo, las condiciones incluidas en el apartado 5 del DB-HE 0 como requisito obligatorio. Dichos puntos se detallarán en los siguientes apartados. En la siguiente imagen se puede apreciar un extracto del apartado 5.

#### 5 Justificación de la exigencia

- 1 Para justificar el cumplimiento de las exigencias de esta sección, los documentos de proyecto incluirán la siguiente información sobre el edificio o parte del edificio evaluada:
  - a) la definición de la localidad y de la *zona climática* de ubicación;
  - b) la definición de la *envolvente térmica* y sus componentes;  

La definición y caracterización de la *envolvente térmica* y sus componentes se describe en el apartado de justificación del DB-HE1.
  - c) el *perfil de uso*, nivel de acondicionamiento (acondicionado o no acondicionado), nivel de ventilación de cálculo y *condiciones operacionales* de los *espacios habitables* y de los *espacios no habitables*;
  - d) el procedimiento empleado para el cálculo del *consumo energético*;
  - e) la *demand energética* de calefacción, refrigeración y ACS;
  - f) el *consumo energético* (energía final consumida por vector energético) de los distintos servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y, en su caso, iluminación);
  - g) la energía producida y la aportación de energía procedente de fuentes renovables;
  - h) la descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos;
  - i) los rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos;
  - j) los factores empleados para la conversión de *energía final* a *energía primaria*;
  - k) el *consumo de energía primaria no renovable* ( $C_{ep,nren}$ ) del edificio y el valor límite aplicable ( $C_{ep,nren,lim}$ );
  - l) el *consumo de energía primaria total* ( $C_{ep,tot}$ ) y el valor límite aplicable ( $C_{ep,tot,lim}$ );
  - m) el número de *horas fuera de consigna* y el valor límite aplicable.

Figura 8: Extracto de la justificación de exigencia del DB-HE.

### 4.1.1. Definición de la localidad y de la zona climática de ubicación.

La justificación de este apartado se encuentra con anterioridad en el apartado 3.2 *Datos del emplazamiento* del presente documento.

### 4.1.2. Definición de la envolvente térmica y sus componentes.

Se expondrán los diferentes elementos que componen la envolvente térmica. Dichos elementos han sido diseñados según indica el documento, “Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios”, y se han tenido en cuenta las recomendaciones de la “Guía de aplicación del CTE DB-HE 2019”.

A continuación, se expondrán los distintos cerramientos opacos y los elementos que los componen:

**-Fachada:**

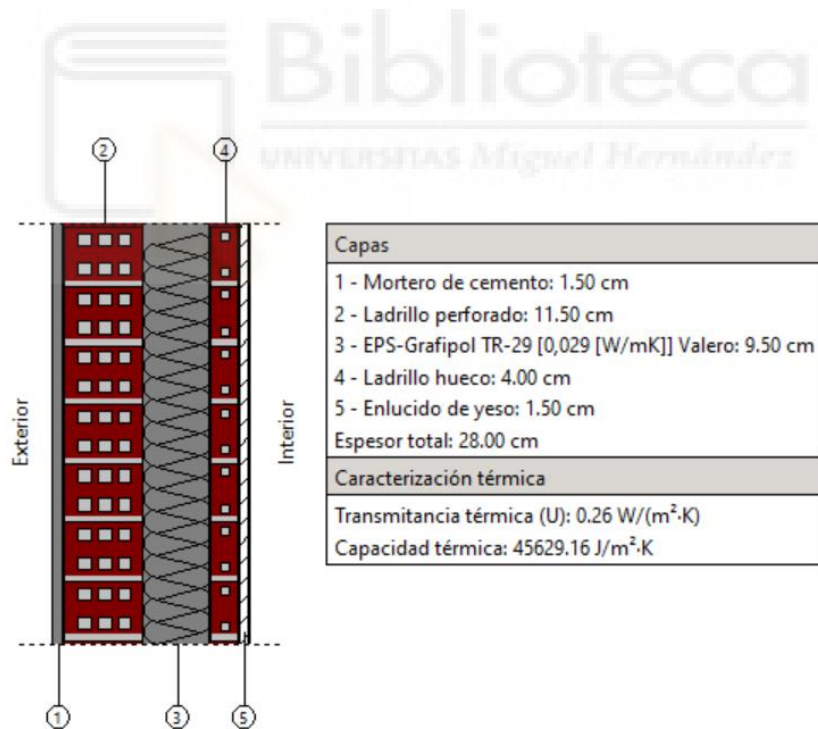


Figura 9: Detalles constructivos de la fachada.

**-Tabiquería interior:**

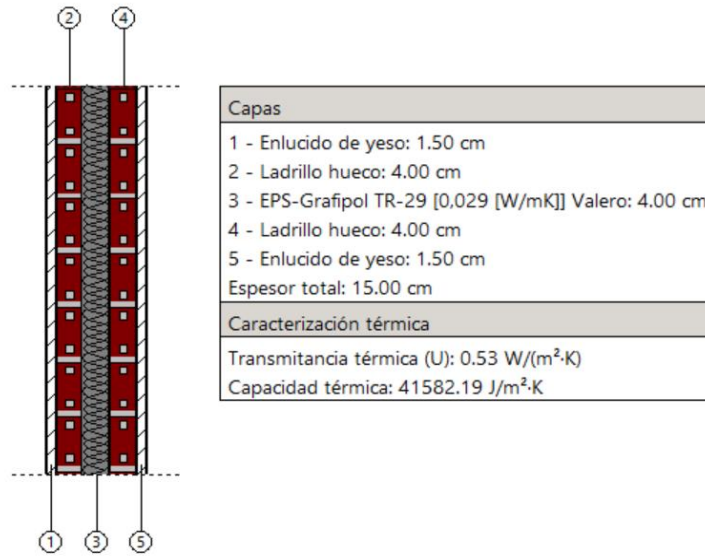


Figura 10: Detalles constructivos de los tabiques.

**-Cubierta en contacto con el aire exterior:**

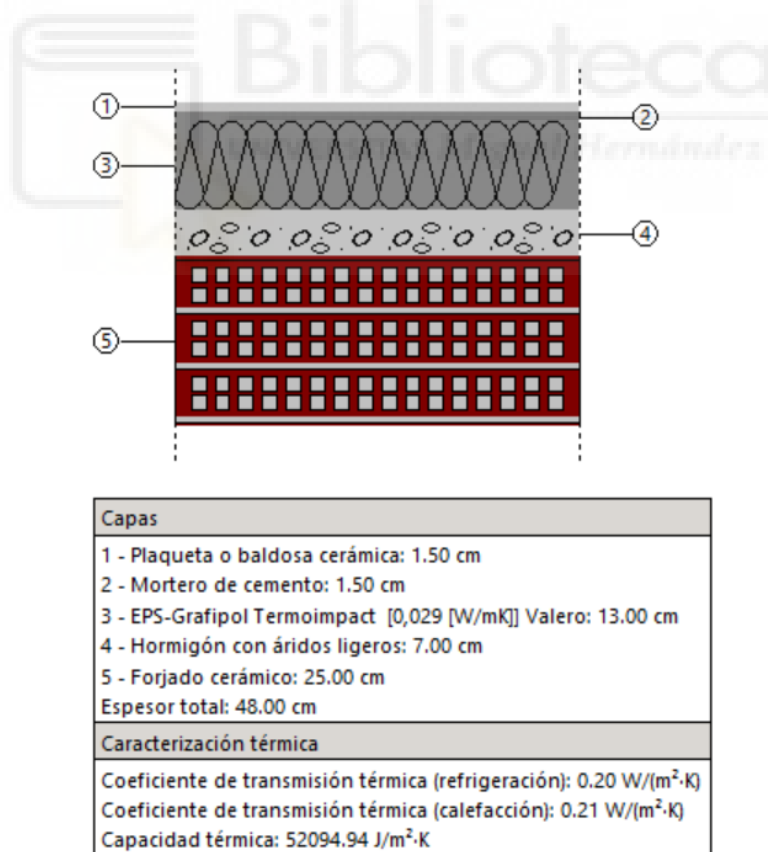
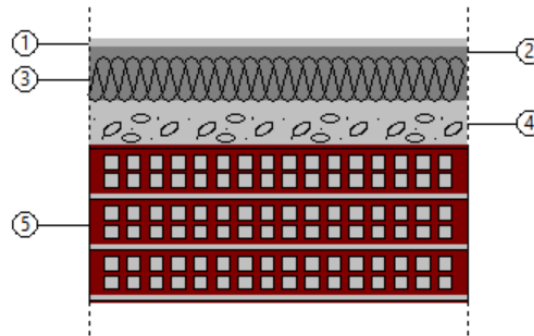


Figura 11: Detalles constructivos de la cubierta superior.

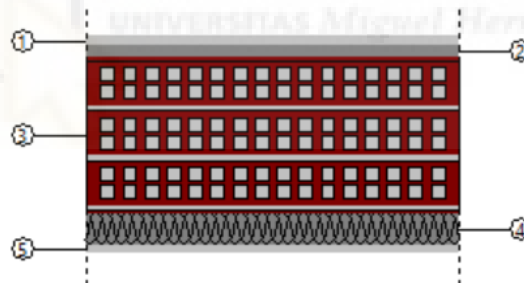
**-Cubierta en contacto con el terreno:**



Capas	
1 -	Plaqueta o baldosa cerámica: 1.50 cm
2 -	Mortero de cemento: 1.50 cm
3 -	EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero: 7.00 cm
4 -	Hormigón con áridos ligeros: 7.00 cm
5 -	Forjado cerámico: 25.00 cm
Espesor total: 42.00 cm	
Caracterización térmica	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.35 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.36 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Capacidad térmica: 51721.71 J/m <sup>2</sup> ·K	

Figura 12: Detalles constructivos de la cubierta inferior.

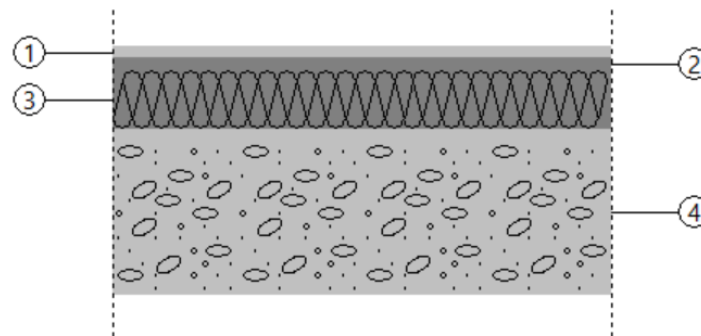
**-Forjados entre pisos:**



Capas	
1 -	Plaqueta o baldosa cerámica: 1.50 cm
2 -	Mortero de cemento: 2.00 cm
3 -	Forjado cerámico: 25.00 cm
4 -	EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero: 5.00 cm
5 -	Enlucido de yeso: 1.50 cm
Espesor total: 35.00 cm	
Caracterización térmica	
Forjado superior	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.44 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.47 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Forjado inferior	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.47 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.44 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Forjado inferior expuesto a la intemperie	
Coeficiente de transmisión térmica (refrigeración): 0.48 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Coeficiente de transmisión térmica (calefacción): 0.47 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Capacidad térmica: 131368.53 J/m <sup>2</sup> ·K	

Figura 13: Detalles constructivos del forjado.

**-Solera:**



Capas
1 - Plaqueta o baldosa cerámica: 1.50 cm
2 - Mortero de cemento: 1.50 cm
3 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero: 7.00 cm
4 - Hormigón armado: 20.00 cm
Espesor total: 30.00 cm
Caracterización térmica
Resistencia térmica: 2.52 (m <sup>2</sup> ·K)/W

Figura 14: Detalles constructivos de la solera.

Se encontrarán más detalladamente en el Anexo V: Listado de materiales que forman la envolvente térmica.

Consideraciones en el diseño de las capas del forjado y las particiones interiores. Cabe destacar que los documentos mencionados anteriormente, “Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios” y la “Guía de aplicación del CTE DB-HE 2019”, en ningún momento indica que hay que tener en cuenta la instalación de una capa de aislamiento en estos elementos. No obstante, se ha introducido una capa de aislamiento no solo como mejora de control interno del flujo de calor, si no como una mejora acústica, ya que el recinto Sala de trabajo es un espacio diáfano, y por tanto, en determinados momentos del día, el nivel de ruido puede generar ciertas molestias en las diferentes plantas del edificio. El grosor de las capas de aislamiento se puede apreciar en las imágenes anteriores de los respectivos elementos.

Seguidamente se puede apreciar una figura con elementos estructurales, es un extracto del documento “Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios”, donde se puede apreciar los detalles constructivos de ambos elementos mencionados.



#### 8.8.4. Forjados interiores

Tabla 26: Forjados interiores del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1,00	0,015	2000	800
Mortero de cemento	20	1,30	0,015	1900	1000
Forjado cerámico	250	1,67	0,150	1660	1000

\* Capas definidas de arriba a abajo.

#### 8.8.5. Particiones interiores

Tabla 27: Particiones interiores del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000
Ladrillo hueco	40	0,40	0,100	770	1000
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000

Figura 15: Extracto de diseños constructivos del documento "Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios".

#### -Puertas y huecos acristalados:

En cuanto a las puertas y los huecos en la fachada, el documento no indica nada a la hora de la selección de las puertas, por lo que definiremos en el edificio puertas con una transmitancia térmica de 2 W/(m<sup>2</sup>K), las puertas serán de madera blanda con una densidad  $\rho=500$  Kg/m<sup>3</sup> y un espesor de 60 mm según indica la compañía Kömerling en base a sus ensayos realizados, que han sido teniendo en cuenta la tabla de la norma UNE-EN ISO 100077-1, tabla similar que incluye el mismo CTE. La puerta de entrada al aparcamiento tendrá un valor de 5 W/(m<sup>2</sup>K) y posee un material metálico, ambas tendrán un coeficiente de absorción de 0,6. El documento indica que si la transparencia de la puerta es superior al 50% esta será considerada hueco acristalado, por tanto, la puerta de la entrada al ser completamente transparente se consideraría hueco.

Seguidamente se podrá apreciar un extracto del documento "CTE DB-HE" donde indica lo mencionado con anterioridad:

**Hueco:** cualquier elemento transparente o semitransparente de la *envolvente térmica* del edificio. Comprende las ventanas, lucernarios (*huecos de cubierta*) así como las puertas acristaladas con una superficie semitransparente superior al 50%.

Figura 16: Definición de hueco acristalado por el DB-HE.

Para la elección de los vidrios de los huecos acristalados se ha usado la plataforma Calumen, donde se puede diseñar diferentes modelos en función de las necesidades. En nuestro caso, se ha diseñado un cristal con una configuración 4-10-6 mm, como indica la guía de aplicación. Al final de este documento, en el Anexo X: Fichas técnicas de los dispositivos empleados se puede ver la ficha técnica en detalle del vidrio.

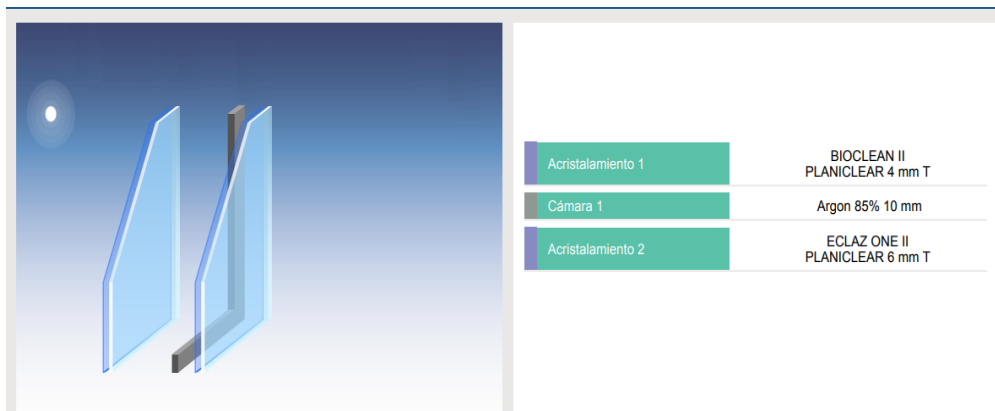


Figura 17: Detalles del vidrio seleccionado.

Parámetros vidrio	Valor
Transmitancia térmica (U)	1,4 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Factor solar (g)	0,58

Tabla 3: Parámetros del vidrio seleccionado.

Para los marcos de las ventanas se ha optado por seleccionar los del fabricante Kömerling, se ha seleccionado el modelo 76 MD Xtrem. Posee una permeabilidad al aire de clase 4 y una transmitancia térmica de 1 W/(m<sup>2</sup>·K). Hemos supuesto una fracción opaca de los huecos de un 0,2 y una absorptividad de 0,6.

Respecto al cálculo del control solar HE1, se ha instalado en todas las ventanas una persiana exterior de color oscuro, con un valor de 0,08. Para la puerta acristalada de la entrada se ha optado por poner unas cortinas internas del mismo color, cuyo valor es 0,58. Estos valores se han obtenido en la tabla 12 del DA DB-HE/1.

En la siguiente imagen se podrá apreciar el razonamiento de los valores, con un color amarillo para todos los huecos, y un color verde para la puerta acristalada.

**Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil (g<sub>gl;sh,wi</sub>)**

Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar	Tipo de vidrio	Protección exterior			Protección interior				
		Factor de reflexión (p <sub>e,B</sub> )			Factor de reflexión (p <sub>e,B</sub> )				
T <sub>e,B</sub>		blanco	pastel	oscuro	negro	blanco	pastel	oscuro	negro
<b>0</b> (p.ej: persianas)	Vidrio sencillo	0,06	0,11	0,15	0,19	0,34	0,43	0,54	0,66
	Vidrio doble	0,05	0,08	0,11	0,14	0,34	0,43	0,53	0,63
	Vidrio doble bajo emisivo	0,03	0,05	<b>0,08</b>	0,10	0,34	0,42	0,51	0,59
	Vidrio triple bajo emisivo	0,03	0,05	0,06	0,08	0,30	0,34	0,38	0,41
<b>0,2</b> (p.ej: toldos)	Vidrio sencillo	0,22	0,27	0,31	0,33	0,39	0,51	0,62	0,68
	Vidrio doble	0,20	0,23	0,26	0,28	0,39	0,50	0,60	0,65
	Vidrio doble bajo emisivo	0,17	0,20	0,22	0,23	0,39	0,48	0,56	0,61
	Vidrio triple bajo emisivo	0,13	0,15	0,16	0,17	0,32	0,36	0,40	0,42
<b>0,4</b> (p.ej: cortinas)	Vidrio sencillo	0,41	0,43	0,45	0,47	0,53	0,59	0,65	0,71
	Vidrio doble	0,36	0,38	0,39	0,41	0,51	0,56	0,61	0,66
	Vidrio doble bajo emisivo	0,33	0,34	0,35	0,36	0,49	0,53	<b>0,58</b>	0,62
	Vidrio triple bajo emisivo	0,24	0,25	0,26	0,27	0,37	0,38	0,40	0,42

Figura 18: Factores de transmitancia de los elementos de protección.

En la siguiente tabla se podrán observar los diferentes huecos acristalados que componen la envolvente del edificio.

Tipos de huecos	Dimensiones (m)	Altura sobre suelo (m)	Factor de reflexión
Escaparate Planta Baja	1,5x2	0,2	0,08
Puerta acristalada	1,6x2,2	0	0,58
Ancha delantera	1,5x2,5	0,2	0,08
Estrecha delantera	1x2,5	0,2	0,08
Terraza	1,3x2,5	0	0,08
Corredera	1,2x2,5	0	0,08
Traseras	1,2x2,5	0,2	0,08

Tabla 4: Características de las diferentes ventanas.

A continuación, se podrán apreciar las imágenes que contienen los diferentes tipos de huecos acristalados que hay en el edificio:

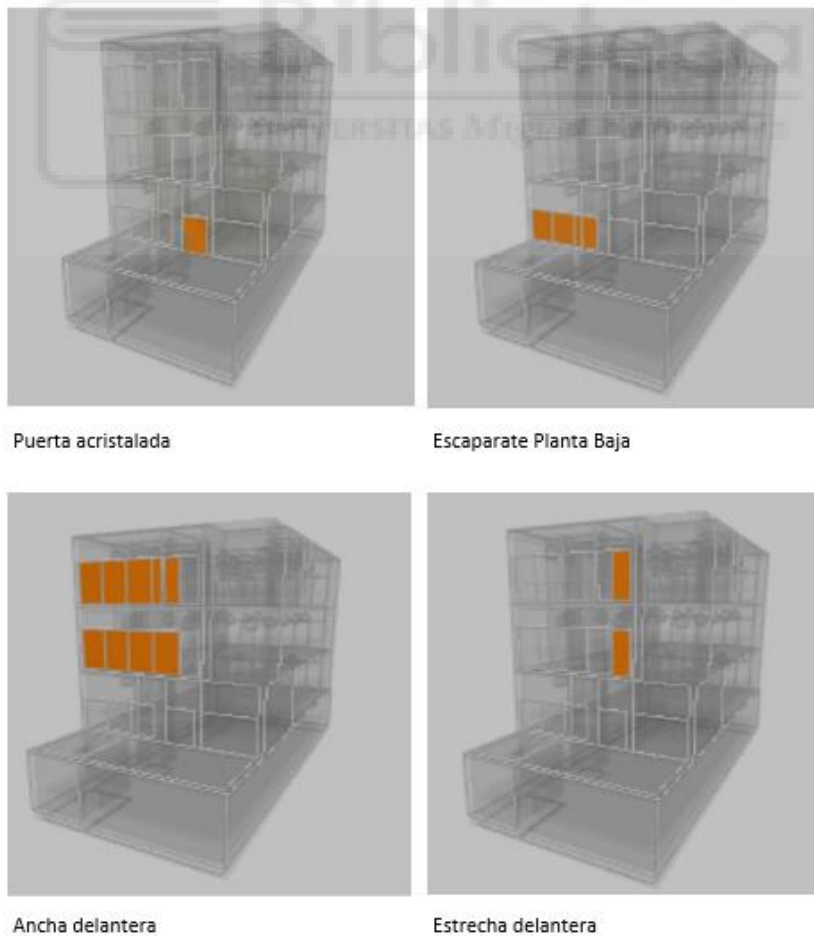


Figura 19: Conjunto de ilustraciones de las diferentes ventanas del edificio, 1.

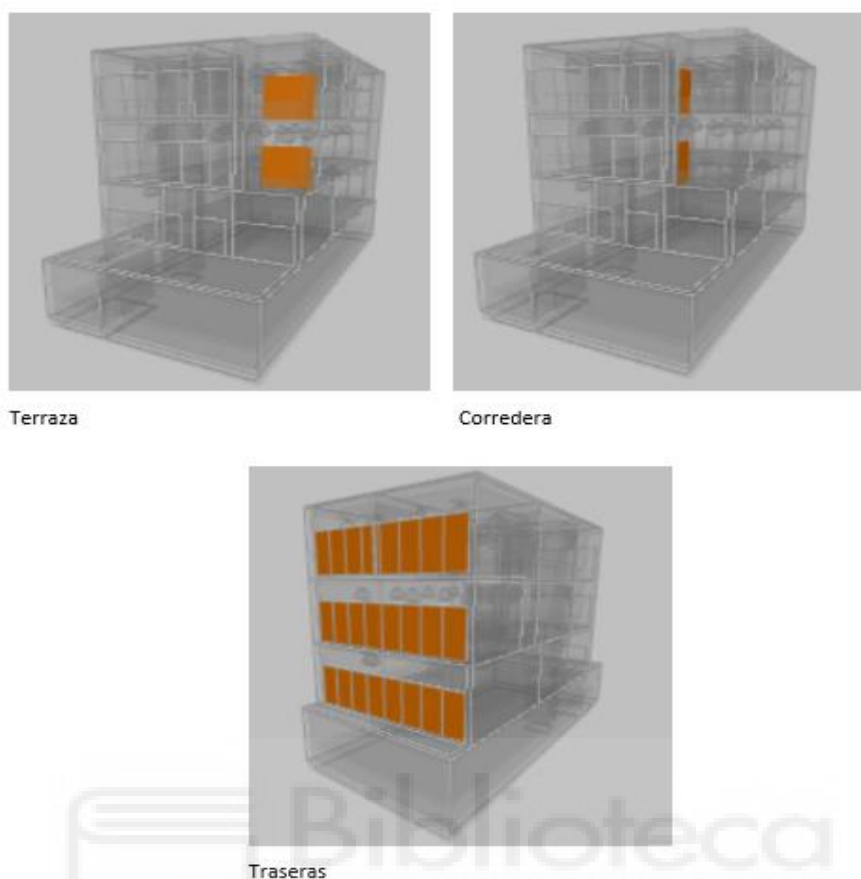


Figura 20: Conjunto de ilustraciones de las diferentes ventanas del edificio, 2.

### 4.1.3. Perfil de uso, nivel de acondicionamiento (acondicionado o no acondicionado), nivel de ventilación de cálculo y condiciones operacionales de los espacios habitables y de los espacios no habitables.

Para realizar la categorización de las diferentes estancias del edificio se han definido un total de 12 recintos. El horario que se llevará en la oficina será de un total de 8 horas diarias de uso de lunes a viernes, el horario de mañanas comenzará a las 09:00 y finalizará a las 14:00 horas, el horario de tarde será desde las 15:00 hasta las 18:00 horas.

Seguidamente se detallarán las características de cada recinto:

#### **-Entrada:**

El recinto de la entrada se ha dividido en dos subrecintos para realizar los respectivos cálculos, se ha llevado a cabo creando una partición virtual con el software IFC Builder puesto que no hay un tabique que lo delimite, por tanto, obtenemos así la propia entra-

da y su pasillo colindante, los cálculos luminotécnicos y de caudal se realizarán por separado, el cálculo del pasillo de la planta baja se realizará en conjunto con el pasillo restante, se llevará a cabo en este mismo apartado más adelante.

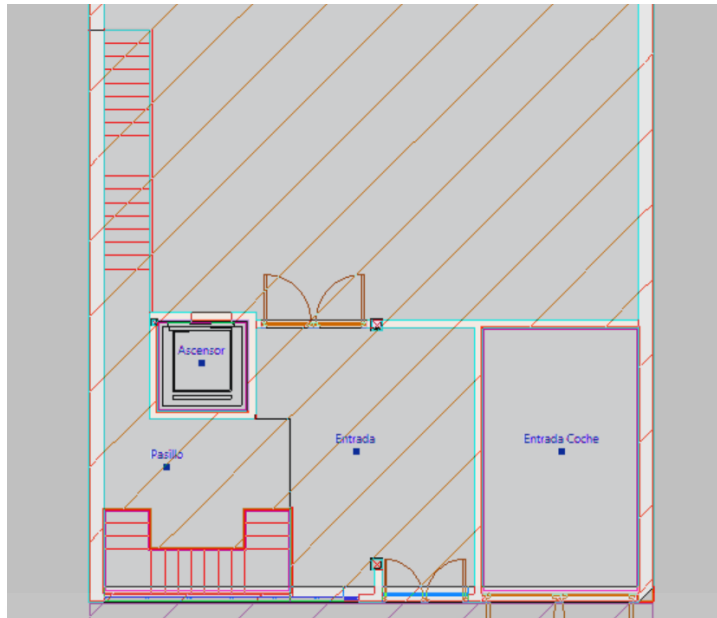


Figura 21: Partición virtual de un recinto en IFC Builder.

Para la entrada cuya superficie posee un valor de  $18,3 \text{ m}^2$  se ha seleccionado un caudal de aire con una calidad IDA 2. Como sabremos que en la entrada habrá dos empleados fijos, tendremos que aplicar el método indirecto de caudal de aire exterior por persona para el cálculo, lo que corresponde un caudal de aire de  $12,5 \text{ l/(s}\cdot\text{persona)}$ . Además de esas personas fijas en la entrada también habrá un número desconocido de personas, por lo que deberemos tenerlo en cuenta aplicando el método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, lo que corresponde un valor de  $0,83 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ . Estos métodos y valores necesarios para el cálculo están indicados en el RITE-BOE-A-2007-15820.

Cálculo de los caudales:

$$Q = 2 \text{ per} \cdot 12,5 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{per}} + 0,83 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \cdot 18,3 \text{ m}^2 \approx 40,2 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Para calcular el nivel de carga interna, es necesario determinar la carga interna media. Se toma  $75 \text{ W}$  como emisión de calor sensible por persona. La potencia de iluminación tiene un valor de  $15,81 \text{ W/m}^2$ . Respecto a los equipos instalados, se supondrá que hay instalados dos ordenadores con un consumo de  $150 \text{ W}$  cada uno.

$$C_{FI} = \frac{75 \frac{\text{W}}{\text{per}} \cdot 2 \text{ per} \cdot 5 \text{ d} \cdot 8 \text{ h}}{18,3 \text{ m}^2} + \frac{15,81 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 5 \text{ d} \cdot 8 \text{ h}}{7 \text{ d} \cdot 24 \text{ h}} + \frac{150 \frac{\text{W}}{\text{dis}} \cdot 2 \text{ dis} \cdot 5 \text{ d} \cdot 8 \text{ h}}{18,3 \text{ m}^2} \approx 9,6$$

Significado de las unidades de medida:

W son vatios, per hace referencia al número de personas, d indica el número de días, así como h el número de horas, m<sup>2</sup> son las unidades de superficie y dis indica el número de dispositivos instalados.

Por tanto, a este recinto le corresponde un nivel de carga interna alta.

#### **-Comedor:**

Para el comedor cuya superficie posee un valor de 125 m<sup>2</sup> se ha seleccionado un caudal de aire con una calidad IDA 2. Como no sabemos el número de personas que habrá en el comedor, tendremos que realizar los cálculos aplicando el método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, lo que corresponde un valor de 0.83 l/(s· m<sup>2</sup>).

Cálculo de los caudales:

$$Q = 0,83 \frac{l}{s \cdot m^2} \cdot 125m^2 \approx 104 \frac{l}{s}$$

La ocupación de personas en el presente recinto tendrá un valor de 0 W. La potencia de iluminación tiene un valor de 10,33 W/m<sup>2</sup>. Respecto a los equipos instalados, no habrá en este recinto, por tanto, corresponderá un valor de 0 W.

$$C_{FI} = \frac{10,33 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 8h}{7d \cdot 24h} \approx 2,5$$

Por tanto, a este recinto le corresponde un nivel de carga interna baja.

#### **-Pasillos:**

Respecto a los pasillos, cabe destacar que tendremos dos pasillos diferentes, los que están en la planta baja y los de la segunda planta. En cuanto el cálculo de caudales los haremos juntos, ya que simplemente habría que sumar la superficie de cada uno de los pasillos y aplicar el método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, que le corresponde un valor de 0.55 l/(s· m<sup>2</sup>) ya que la calidad del aire en estos recintos posee un valor IDA 3. Al pasillo de la planta baja le corresponde una superficie de 18 m<sup>2</sup> y al de la segunda planta un valor de 60 m<sup>2</sup>.

Cálculo de los caudales:

Pasillo de la planta baja ubicado en la misma entrada:

$$Q = 0,55 \frac{l}{s \cdot m^2} \cdot 18m^2 \approx 10 \frac{l}{s}$$

Pasillo de la segunda planta:

$$Q = 0,55 \frac{l}{s \cdot m^2} \cdot 60m^2 \approx 33 \frac{l}{s}$$

La ocupación de personas en los pasillos tendrá un valor de 0 W. La potencia de iluminación tiene un valor de 15,81W/m<sup>2</sup> para el pasillo de la planta baja, en cuanto al pasillo de la segunda planta le corresponde un valor de 17,83W/m<sup>2</sup>. Respecto a los equipos instalados, no habrá equipos instalados por tanto le corresponderá un valor de 0 W.

Pasillo de la planta baja:

$$C_{FI} = \frac{15,81 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 8h}{7d \cdot 24h} \approx 3,8$$

Pasillo de la segunda planta:

$$C_{FI} = \frac{17,83 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 8h}{7d \cdot 24h} \approx 4,2$$

Por tanto, a ambos pasillos les corresponde un nivel de carga interna baja.

#### **-Sala de trabajo:**

Para la sala de trabajo se ha seleccionado un caudal de aire con una calidad IDA 2. Como sabremos que en el presente recinto habrá diecisiete empleados fijos las 8 horas, tendremos que aplicar el método indirecto de caudal de aire exterior por persona para el cálculo, lo que corresponde un caudal de aire de 12,5 l/(s·persona).

Cálculo de los caudales:

$$Q = 17per \cdot 12,5 \frac{l}{s \cdot per} \approx 213 \frac{l}{s}$$

Se toma 75 W como emisión de calor sensible por persona. La potencia de iluminación tiene un valor de 12,97 W/m<sup>2</sup>. Respecto a los equipos instalados, se supondrá que hay instalados un ordenador para cada empleado con un consumo de 250 W cada uno.

$$C_{FI} = \frac{75 \frac{W}{per} \cdot 17per \cdot 5d \cdot 8h}{162m^2 \cdot 7d \cdot 24h} + \frac{12,97 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 8h}{7d \cdot 24h} + \frac{250 \frac{W}{dis} \cdot 17dis \cdot 5d \cdot 8h}{162m^2 \cdot 7d \cdot 24h} \approx 11,2$$

Por tanto, a este recinto le corresponde un nivel de carga interna alta.

#### **-Aseos:**

Para los aseos, todos los aseos del edificio tienen las mismas dimensiones y prestaciones instaladas, cuya superficie posee un valor de 2,3 m<sup>2</sup> cada uno, habrá cuatro aseos en

total, dos aseos para hombres y dos para mujeres, se ha seleccionado un caudal de aire con una calidad IDA 2, tendremos que realizar los cálculos aplicando el método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, lo que corresponde un valor de 0.83 l/(s· m<sup>2</sup>).

Cálculo de los caudales:

$$Q = 0,83 \frac{l}{s \cdot m^2} \cdot 2,3m^2 \approx 2 \frac{l}{s}$$

La ocupación de personas en el presente recinto tendrá un valor de 0 W. La potencia de iluminación tiene un valor de 5,29 W/m<sup>2</sup>. Respecto a los equipos instalados, no habrá en este recinto, por tanto, corresponderá un valor de 0 W.

$$C_{FI} = \frac{5,29 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 8h}{7d \cdot 24h} \approx 1,3$$

Por tanto, a este recinto le corresponde un nivel de carga interna baja.

#### -Despacho 1:

Para el despacho 1 se ha seleccionado un caudal de aire con una calidad IDA 2. Habrá una persona permanentemente, por tanto, tendremos que aplicar el método indirecto de caudal de aire exterior por persona para el cálculo, lo que corresponde un caudal de aire de 12,5 l/(s· persona), el recinto posee una superficie de 31,7 m<sup>2</sup>.

Cálculo de los caudales:

$$Q = 1per \cdot 12,5 \frac{l}{s \cdot per} = 12,5 \frac{l}{s}$$

Se toma 75 W como emisión de calor sensible por persona. La potencia de iluminación tiene un valor de 22,38 W/m<sup>2</sup>. Respecto a los equipos instalados, se supondrá que hay instalado un ordenador con un consumo de 250 W.

$$C_{FI} = \frac{75 \frac{W}{per} \cdot 1per \cdot 5d \cdot 8h}{31,7m^2 \cdot 7d \cdot 24h} + \frac{22,38 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 8h}{7d \cdot 24h} + \frac{250 \frac{W}{dis} \cdot 1dis \cdot 5d \cdot 8h}{31,7m^2 \cdot 7d \cdot 24h} \approx 7,8$$

Por tanto, a este recinto le corresponde un nivel de carga interna media.

#### -Despacho 2:

Para el despacho 2 se ha seleccionado un caudal de aire con una calidad IDA 2. Habrá una persona permanentemente, por tanto, tendremos que aplicar el método indirecto de caudal de aire exterior por persona para el cálculo, lo que corresponde un caudal de aire



de 12,5 l/(s·persona), el recinto posee una superficie de 20,4 m<sup>2</sup>.

Cálculo de los caudales:

$$Q = 1per \cdot 12,5 \frac{l}{s \cdot per} = 12,5 \frac{l}{s}$$

Se toma 75 W como emisión de calor sensible por persona. La potencia de iluminación tiene un valor de 20,86 W/m<sup>2</sup>. Respecto a los equipos instalados, se supondrá que hay instalado un ordenador con un consumo de 250 W.

$$C_{FI} = \frac{75 \frac{W}{per} \cdot 1per \cdot 5d \cdot 8h}{20,4m^2 \cdot 7d \cdot 24h} + \frac{20,86 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 8h}{7d \cdot 24h} + \frac{250 \frac{W}{dis} \cdot 1dis \cdot 5d \cdot 8h}{20,4m^2 \cdot 7d \cdot 24h} \approx 8,8$$

Por tanto, a este recinto le corresponde un nivel de carga interna media.

#### **-Sala de reuniones:**

Para la sala de reuniones se ha seleccionado un caudal de aire con una calidad IDA 2. Habrá diez personas permanentemente, por tanto, tendremos que aplicar el método indirecto de caudal de aire exterior por persona para el cálculo, lo que corresponde un caudal de aire de 12,5 l/(s·persona), el recinto posee una superficie de 44,2 m<sup>2</sup>.

Cálculo de los caudales:

$$Q = 10per \cdot 12,5 \frac{l}{s \cdot per} = 125 \frac{l}{s}$$

Se toma 75 W como emisión de calor sensible por persona. La potencia de iluminación tiene un valor de 19,28 W/m<sup>2</sup>. Respecto a los equipos instalados, se supondrá que hay instalado un ordenador con un consumo de 250 W y un proyector con un consumo de 430 W.

$$C_{FI} = \frac{75 \frac{W}{per} \cdot 10per \cdot 5d \cdot 2h}{44,2m^2 \cdot 7d \cdot 24h} + \frac{19,28 \frac{W}{m^2} \cdot 5d \cdot 2h}{7d \cdot 24h} + \frac{250 \frac{W}{dis} \cdot 1dis \cdot 5d \cdot 2h}{44,2m^2 \cdot 7d \cdot 24h} + \frac{430 \frac{W}{dis} \cdot 1dis \cdot 5d \cdot 2h}{44,2m^2 \cdot 7d \cdot 24h} \approx 3,1$$

Por tanto, a este recinto le corresponde un nivel de carga interna baja.

#### **-Hueco del ascensor, aparcamiento, almacén y hueco entrada coche:**

Este tipo de recintos son no habitables, con una ventilación que les corresponde a pequeñas aberturas, el software de cálculo y simulación se encarga de definir este valor,

concretamente a este tipo de aberturas le corresponde una renovación de aire por hora.

#### -Sala de máquinas:

Al igual que los anteriores recintos, este también se considera no habitable, posee una ventilación con una estanqueidad total, lo que le corresponde tres renovaciones de aire por hora.

### 4.1.4. Procedimiento empleado para el cálculo del consumo energético.

Para el cálculo del consumo y demanda energética se ha empleado el software CYPETHERM HE Plus (CTE 2019) usando un modelo de dicho edificio que se ha creado anteriormente con el software IFC Builder, software perteneciente también a la interfaz de CYPE Ingenieros.

### 4.1.5. Demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS.

En la siguiente ilustración se puede apreciar los valores obtenidos del cálculo de calefacción y refrigeración realizados con el software de cálculo mencionado con anterioridad. Estos resultados son los valores obtenidos del consumo energético de un sistema que posee potencia instantánea y tiene un rendimiento unitario.

Zonas habitables	$S_u$	$D_{cal}$		$D_{ref}$	
	(m <sup>2</sup> )	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)
Zona Común HABITABLE	476.81	785.29	1.65	15994.07	33.54
	<b>476.81</b>	<b>785.29</b>	<b>1.65</b>	<b>15994.07</b>	<b>33.54</b>

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

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

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

Figura 22: Resultados obtenidos de la demanda energética.

A continuación, en el siguiente gráfico se puede observar el balance energético mensual del edificio. En dicho gráfico se muestra la energía ganada o perdida por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros ( $Q_{op}$  y  $Q_w$ , respectivamente), la energía en la ventilación e infiltraciones ( $Q_{ve+inf}$ ), la ganancia de calor interna por ocupación ( $Q_{ocup}$ ), la iluminación ( $Q_{ilum}$ ) y el equipamiento interno ( $Q_{equip}$ ), así como el aporte energético necesario de calefacción ( $Q_H$ ) y refrigeración ( $Q_C$ ) para compensar las pérdidas.

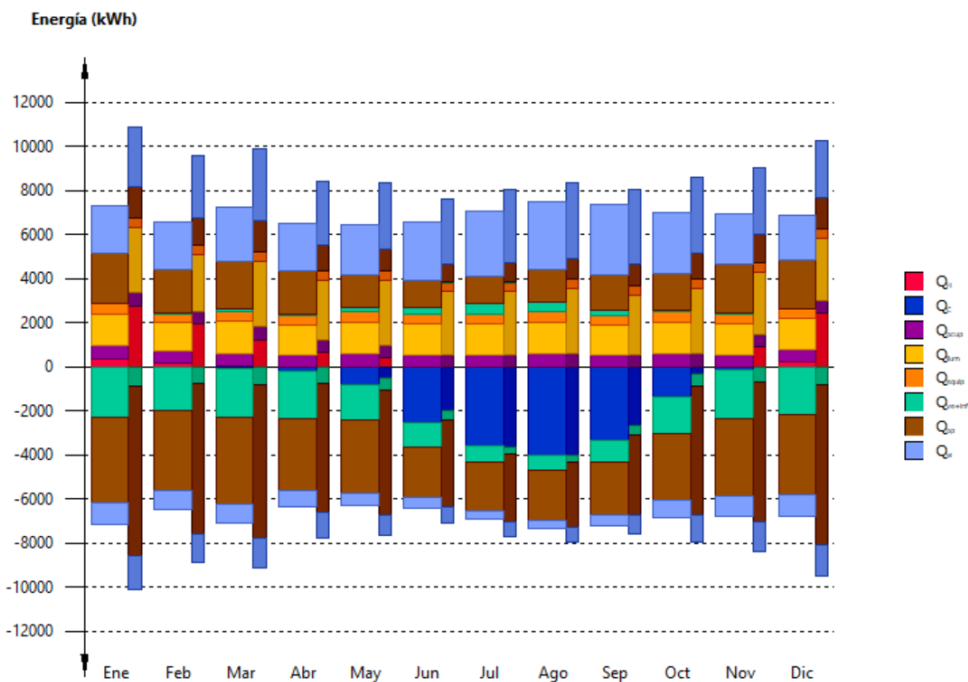


Figura 23: Gráfico detallado de la demanda energética.

Los sistemas de climatización, la energía que deben aportar y la potencia útil mensualmente se puede apreciar en los siguientes gráficos de barras. Se puede apreciar que el gasto máximo de energía se produce en el mes de agosto.

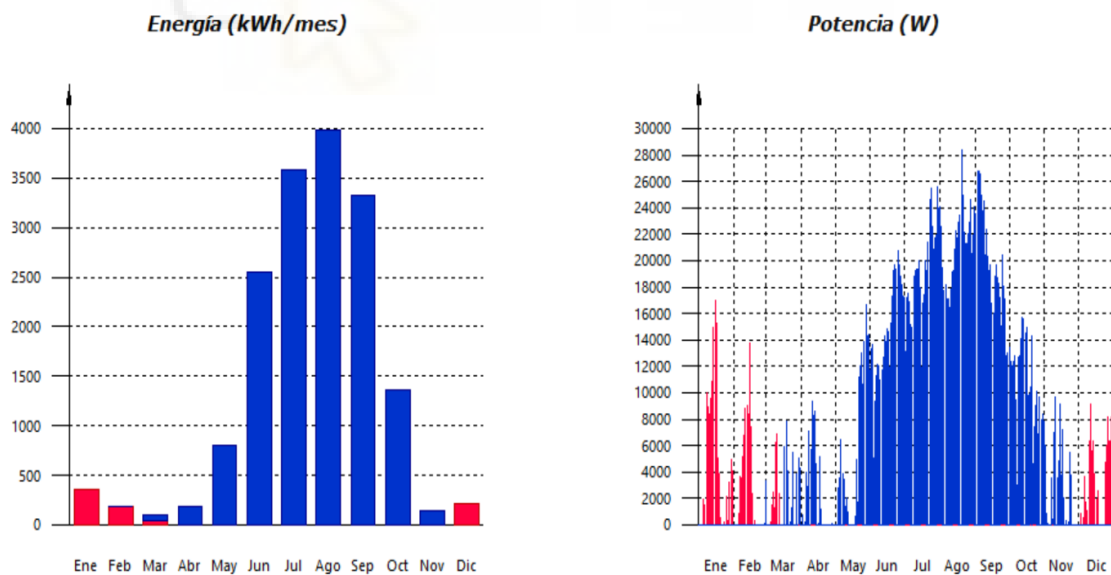


Figura 24: Gráficos detallados del consumo de energía y de la potencia necesaria para cumplir con la demanda energética respectivamente.

Respecto a la demanda energética de agua caliente sanitaria (ACS), en el presente edificio no habrá que tener en cuenta los cálculos relacionados con ACS, ya que no es necesario aplicarlo.

Seguidamente se puede apreciar un extracto del DB-HE donde se puede apreciar en que edificios si es de aplicación.

## 1 **Ámbito de aplicación**

- 1 Las condiciones establecidas en este apartado son de aplicación a:
  - a) edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F.
  - b) edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.
  - c) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
  - d) climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación de generación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

Figura 25: Extracto del ámbito de aplicación del HE 4 del DB-HE.

### 4.1.6. Consumo energético (energía final consumida por vector energético) de los distintos servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y, en su caso, iluminación).

En la siguiente tabla se muestra el consumo total anual de energía, de energía primaria y energía primaria no renovable que corresponde a las diferentes prestaciones del edificio. El consumo de los sistemas de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los dispositivos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ( $S_u = 476.81 \text{ m}^2$ )

Servicios técnicos	EF		EP <sub>tot</sub>		EP <sub>ren</sub>	
	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)
Calefacción	965.04	2.02	1460.94	3.06	708.53	1.49
Refrigeración	2108.31	4.42	4992.64	10.47	4119.61	8.64
Ventilación	295.75	0.62	700.43	1.47	577.89	1.21
Iluminación	16914.87	35.48	40054.63	84.01	33051.76	69.32
	20283.97	42.54	47208.16	99.01	38457.80	80.66

donde:

- S<sub>u</sub>: Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m<sup>2</sup>.
- EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.
- EP<sub>tot</sub>: Consumo de energía primaria total.
- EP<sub>ren</sub>: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Figura 26: Resultados obtenidos del consumo de energía.

### 4.1.7. Energía producida y la aportación de energía procedente de fuentes renovables.

El presente edificio no dispone de sistemas de producción eléctrica ni térmica in situ, posteriormente se planteará la instalación de paneles fotovoltaicos como una mejora para el consumo energético. A continuación, se puede apreciar la aportación de energía procedente de fuentes renovables. Concretamente se produce una ganancia de energía del medio ambiente en los meses donde es necesario emplear la calefacción. Esta ganancia de energía se produce debido a que cuando la bomba de calor está en modo calefacción, el condensador esta dentro de la vivienda y por tanto se aprovecha ese calor que expulsa, los valores se sacan haciendo la diferencia entre el SCOP del sistema de climatización y el valor propuesto de 2,5 de SPF (coeficiente de rendimiento estacional) por la directiva europea.

EDIFICIO ( $S_u = 476.81 \text{ m}^2$ )

	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)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medioambiente	280.1	140.5	25.6	--	--	--	--	--	--	--	--	156.1	602.3
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

$S_u$ : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica,  $\text{m}^2$ .

Figura 27: Resultados de la energía producida por el edificio.

### 4.1.8. Descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos.

Para el sistema de climatización se ha optado por un sistema de VRV de la compañía Panasonic. Como dispositivo exterior se ha seleccionado el modelo U-12ME2E8, que es una bomba de calor de dos tubos, con una potencia nominal de refrigeración de 33500 W y 37500 W para calefacción.

Como unidades interiores, se ha escogido un sistema de distribución por conductos, al igual que la unidad exterior, el terminal interno también es de la compañía de Panasonic, concretamente se han instalado tres terminales, uno en cada planta, comenzando en la planta baja y acabando en la segunda planta. El modelo para instalar es el S-90MF2E5A que posee una potencia de refrigeración de 9000 W y 10000 W en calefacción.

Respecto al recuperador de calor, en la sección 4.1.3. se ha realizado el cálculo de caudales que presenta el edificio, el edificio posee un caudal total de 558,2 l/s lo que

equivale a 2010 m<sup>3</sup>/h. Según indica el RITE, en la instalación de climatización se debe añadir un recuperador de calor puesto que supera los 500 l/s que establece dicho documento, además, el recuperador debe poseer una eficiencia energética superior al 44% y unas pérdidas de presión superiores a 140 Pa, puesto que supera las 2000 horas de funcionamiento.

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m <sup>3</sup> /s)									
	>0,5...1,5		>1,5...3,0		>3,0...6,0		>6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000... 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000... 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Figura 28: Tabla extraída del RITE para el diseño de recuperadores de calor.

El recuperador seleccionado es de la marca Arfit, modelo ECOEVO 2 EC 23 con un caudal máximo de 2300 m<sup>3</sup>/h, unas pérdidas de presión de 350 Pa.

#### 4.1.9. Rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos.

En la tabla que hay a continuación se pueden observar los diferentes rendimientos de los dispositivos instalados.

Equipo	Rendimiento
U-12ME2E8 (VRV)	EER=3,96 COP=4,73
ECOEVO 2 EC 23 (Recuperador)	73,6%

Tabla 5: Con los dispositivos que forman el sistema de climatización del edificio.

#### 4.1.10. Factores empleados para la conversión de energía final a energía primaria.

Seguidamente se mostrará una tabla donde se puede apreciar los coeficientes de paso de energía primaria a energía final, el porcentaje de energía no renovable, además de los factores de emisión de CO<sub>2</sub>.

Fuente de energía	E.Primaria/E.Final	% No renovable	Kg·CO <sub>2</sub> /kWh E.Final
Electricidad	2,368	82,517	0,331
Gas natural	1,195	99,582	0,252
Gasóleo C	1,182	99,746	0,311
Carbón	1,084	99,815	0,472
Biomasa densificada (pellets)	1,113	7,637	0,018
Biomasa	1,037	3,279	0,018
GLP	1,204	99,751	0,254

Tabla 6: Factores de conversión de energía final a energía primaria.

#### 4.1.11. Consumo de energía primaria no renovable (Cep,nren) del edificio y el valor límite aplicable (Cep,nren,lim).

Para calcular el valor límite del consumo de energía primaria no renovable del edificio, habrá que tener en cuenta la tabla 3.1.b - HE 0, donde se puede apreciar que el valor límite está en función de la carga interna media del edificio (C<sub>FI</sub>) y la zona climática.

A continuación, se puede apreciar la tabla donde indica como calcular el valor límite del consumo de energía primaria no renovable.

**Tabla 3.1.b - HE0**  
**Valor límite C<sub>ep,nren,lim</sub> [kW·h/m<sup>2</sup>·año] para uso distinto del residencial privado**

**Zona climática de invierno**

$\alpha$	A	B	C	D	E
$70 + 8 \cdot C_{FI}$	$55 + 8 \cdot C_{FI}$	$50 + 8 \cdot C_{FI}$	$35 + 8 \cdot C_{FI}$	$20 + 8 \cdot C_{FI}$	$10 + 8 \cdot C_{FI}$

C<sub>FI</sub>: Carga interna media[W/m<sup>2</sup>]  
 En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

Debe tenerse en cuenta (ver terminología), que la carga interna media se calcula como el valor promedio de la carga interna durante una semana tipo y no como promedio durante el tiempo de ocupación o como la carga máxima durante el tiempo de ocupación.

Figura 29: Extracto del DB-HE para el cálculo del límite de energía primaria no renovable.

En el presente edificio se ha obtenido un valor máximo del consumo de energía primaria

no renovable de  $C_{ep,nren,lim} = 90,21(\text{kW}\cdot\text{h})/(\text{m}^2\cdot\text{año})$ , puesto que el valor de la carga interna media del edificio es  $C_{FI}=6,9\text{W}/\text{m}^2$ . El valor de  $C_{FI}$  ha sido calculado a través de la asignación de cargas internas medias en cada uno de los recintos definidos.

En la siguiente imagen se puede apreciar los valores obtenidos y la justificación del cumplimiento de dicho apartado.

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

$$C_{ep,nren} = 80.66 \text{ kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 35 + 8 \cdot C_{FI} = 90.21 \text{ kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$$



donde:

$C_{ep,nren}$ : Valor calculado del consumo de energía primaria no renovable,  $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ .

$C_{ep,nren,lim}$ : Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.b, CTE DB HE 0),  $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ .

$C_{FI}$ : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE),  $6.90 \text{ W}/\text{m}^2$ .

Figura 30: Resultados obtenido de  $C_{ep,nren,lim}$  por CYPETHERM HE Plus.

## 4.1.12. Consumo de energía primaria total ( $C_{ep,tot}$ ) y el valor límite aplicable ( $C_{ep,tot,lim}$ ).

El presente apartado se calculará de una manera muy similar al precedente. Para ello simplemente habrá que realizar los cálculos de la forma que indica la tabla 3.2.b – HE 0, como se puede apreciar en la siguiente tabla, el cálculo estará en función de las mismas variables descritas en el apartado anterior, la carga interna media del edificio ( $C_{FI}$ ) y la zona climática.

Tabla 3.2.b - HE0  
Valor límite  $C_{ep,tot,lim}$  [ $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ ] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno					
$\alpha$	A	B	C	D	E
$165 + 9 \cdot C_{FI}$	$155 + 9 \cdot C_{FI}$	$150 + 9 \cdot C_{FI}$	$140 + 9 \cdot C_{FI}$	$130 + 9 \cdot C_{FI}$	$120 + 9 \cdot C_{FI}$

$C_{FI}$ : Carga interna media [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

Figura 31: Extracto del DB-HE para el cálculo del límite del consumo de energía primaria.

Teniendo en cuenta el mismo valor de  $C_{FI}$  usado anteriormente, el valor límite que se obtiene del consumo de energía primaria total es  $C_{ep,tot,lim} = 202,21 (\text{kW}\cdot\text{h})/(\text{m}^2\cdot\text{año})$ .

Como se puede apreciar en la siguiente figura, el presente apartado queda justificado completamente ya que el valor calculado por el software es considerablemente inferior.



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

$$C_{ep,tot} = 99.01 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 140 + 9 \cdot C_{Fi} = 202.11 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$ : Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$C_{ep,tot,lim}$ : Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.b, CTE DB HE 0), kWh/m<sup>2</sup>·año.

$C_{Fi}$ : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 6.90 W/m<sup>2</sup>.

Figura 32: Resultados obtenidos de  $C_{ep,tot,lim}$  por CYPETHERM HE Plus.

## 4.1.13. Número de horas fuera de consigna y el valor límite aplicable.

Las horas fuera de consigna, son el número de horas por año en las que el sistema de climatización instalado no es capaz de satisfacer la demanda energética del edificio, para mantener la temperatura de confort en su interior. Esta definición se puede encontrar más detallada en el Anejo A del CTE DB-HE.

Cabe destacar que en el edificio las horas fuera de consigna se producen en el mes de agosto, por lo que, siendo un edificio de oficinas, se podría dar el caso que esos días donde no se consigue satisfacer la demanda, el edificio este cerrado por vacaciones de verano o incluso la plantilla de empleados se vea reducida, lo que puede suponer una mínima disminución de la exigencia energética.

Este valor máximo se limita al 4% de horas del tiempo de total de ocupación. En la siguiente imagen se puede apreciar cómo queda justificado el presente apartado.

### 1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 39.5 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{occ} = 100.16 \text{ h/año}$$



donde:

$h_{fc}$ : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

$t_{occ}$ : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

Figura 33: Resultados obtenidos por CYPETHERM HE Plus de las horas fuera de consigna.

## 4.2. Demostración del cumplimiento del CTE DB-HE 1.

En el presente apartado se detallarán las diferentes medidas tomadas en el diseño de la envolvente del edificio, con el fin de controlar su demanda energética y satisfacer cada una de las exigencias marcadas en el cuarto punto del DB-HE 1.

A continuación, se podrá apreciar un extracto de los apartados a justificar, los cuales se irán demostrando seguidamente.

#### 4 Justificación de la exigencia

- 1 Para justificar que un edificio cumple las exigencias de esta sección, los documentos de proyecto incluirán la siguiente información sobre el edificio o parte del edificio evaluada:
  - a) la definición de la localidad y de la *zona climática* de ubicación;
  - b) la compacidad (V/A) del edificio o parte del edificio;
  - c) el esquema geométrico de definición de la *envolvente térmica*
  - d) la caracterización de los elementos que componen la *envolvente térmica* (cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos), así como los valores límite de los parámetros que resulten aplicables;
  - e) la caracterización geométrica, constructiva e higrotérmica de los elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones, así como los valores límite que les correspondan;

A falta de valores más precisos sobre las soluciones realmente existentes o definidas en proyecto, el *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE* aporta valores de los parámetros de *materiales*, productos y elementos constructivos, pudiéndose utilizar otras fuentes de datos suficientemente contrastadas.

El Documento de Apoyo DA DB-HE / 1 "Cálculo de parámetros característicos de la *envolvente*" se describen varios métodos simplificados que se pueden emplear para el cálculo de los parámetros característicos de los diferentes elementos que componen la *envolvente térmica* del edificio, lo que no impide el uso de otros métodos contrastados, sean simplificados o detallados.
  - f) las características técnicas mínimas que deben reunir los *productos* que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético;
  - g) en edificios nuevos de uso residencial privado, la *relación del cambio de aire* con una presión diferencial de 50 Pa ( $n_{50}$ );
  - h) la verificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de condensaciones.

Figura 34: Extracto del DB-HE de justificación de la exigencia.

### 4.2.1. Definición de la localidad y de la zona climática de ubicación.

Al igual que ha ocurrido en el anterior apartado del DB-HE 0, la justificación de la localidad y zona climática ya se ha detallado en la sección 3. del presente documento.

### 4.2.2. Compacidad del edificio o parte del edificio.

Se define compacidad de un edificio como la relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica y la superficie total de intercambio con el exterior.

A continuación, se podrán apreciar dos tablas con el cálculo de las superficies de intercambio y el volumen total del edificio, estos valores son calculados automáticamente por el software, al igual que el valor final de la compacidad, las siguientes tablas permitirán realizar la demostración del resultado obtenido.

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )
Fachadas	465,97
Muros en contacto con el terreno	225,69
Suelos en contacto con el terreno	235,9
Suelos con el parámetro inferior expuesto a la intemperie	3,57
Cubiertas	215,69
Huecos	143,68
<b>TOTAL</b>	<b>1290,5</b>

Tabla 7: Superficie de intercambio de calor.

En cuanto al valor del volumen total del edificio.

Zona	Volumen (m <sup>3</sup> )
Habitable	2014,69
No habitable	900,2
<b>TOTAL</b>	<b>2914,89</b>

Tabla 8: Volumen del edificio.

Por tanto, obtenemos un valor de compacidad:

$$\frac{V}{A} \left( \frac{m^3}{m^2} \right) = \frac{2914,89}{1290,5} \approx 2,26 \frac{m^3}{m^2}$$

### 4.2.3. Esquema geométrico de definición de la envolvente térmica.

A continuación, se podrá apreciar unas imágenes donde se puede ver definida la envolvente térmica del edificio. La envolvente está representada con una línea de color naranja.

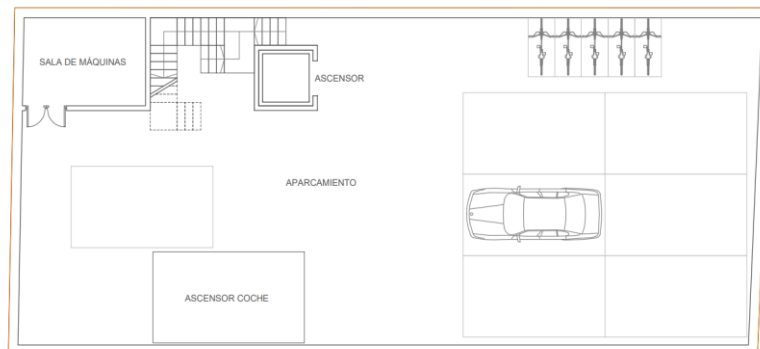


Figura 35: Envolvente térmica en el sótano.

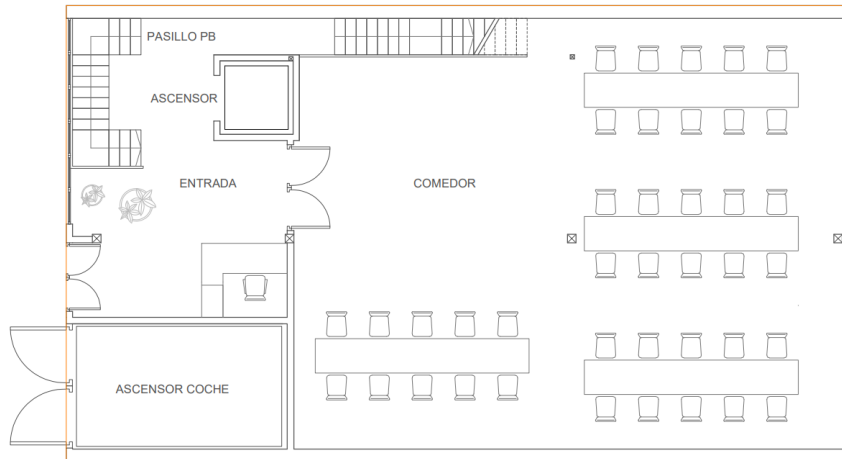


Figura 36: Envoltente térmica en la planta baja.

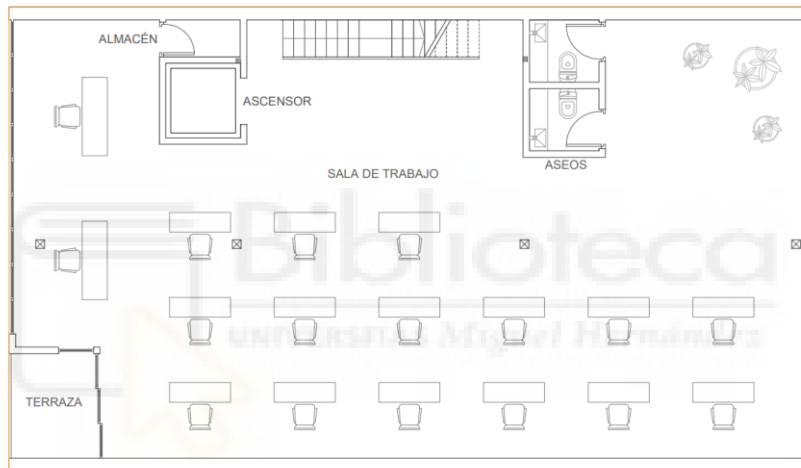


Figura 37: Envoltente térmica en la primera planta.

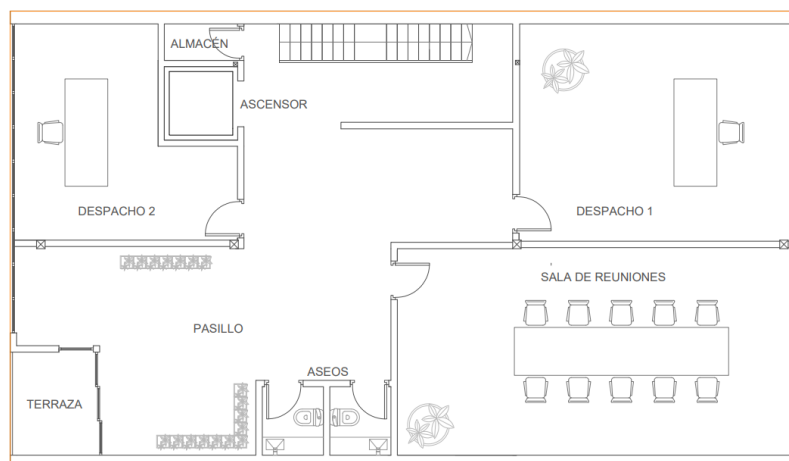


Figura 38: Envoltente térmica en la segunda planta.

#### 4.2.4. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica (cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos), así como los valores límite de los parámetros que resulten aplicables.

**-Cerramientos opacos:** seguidamente, se puede apreciar una tabla donde se muestran los materiales que forman los cerramientos opacos de la envolvente, los cuales han sido expuestos en el *apartado 4.1.2.*

Capas					
Material	e	$\rho$	$\lambda$	RT	Cp
Mortero de cemento	1.50	1900.00	1.300	0.01	1000.00
Ladrillo perforado	11.50	900.00	0.500	0.23	1000.00
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	9.50	28.00	0.029	3.28	1200.00
Ladrillo hueco	4.00	920.00	0.400	0.10	1000.00
Enlucido de yeso	1.50	1100.00	0.570	0.03	1000.00
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	4.00	28.00	0.029	1.38	1200.00
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	5.00	28.00	0.029	1.72	1200.00
Plaqueta o baldosa cerámica	1.50	2000.00	1.000	0.02	800.00
EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	13.00	18.00	0.029	4.48	1200.00
Hormigón con áridos ligeros	7.00	1600.00	1.150	0.06	1000.00
Forjado cerámico	25.00	1660.00	1.670	0.15	1000.00
EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	7.00	18.00	0.029	2.41	1200.00
Mortero de cemento	2.00	1900.00	1.300	0.02	1000.00
Enlucido de yeso	1.50	1100.00	0.570	0.03	1000.00
Plaqueta o baldosa cerámica	1.50	2000.00	1.000	0.02	800.00
EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	7.00	18.00	0.029	2.41	1200.00
Hormigón armado	20.00	2500.00	2.500	0.08	1000.00

Abreviaturas utilizadas			
e	Espesor cm	RT	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> ·K)/W
$\rho$	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Cp	Calor específico J/(kg·K)
$\lambda$	Conductividad térmica W/(m·K)		

Figura 39: Características de los materiales utilizados en la envolvente térmica.

**-Puentes térmicos lineales:** se detallarán las soluciones constructivas que se le ha dado a los puentes térmicos lineales. Las soluciones constructivas han sido tomadas teniendo en cuenta el documento de apoyo al DB-HE “DA DB-HE / 3 Puentes térmicos”.

Fachada con solera:

Suelo en contacto con el terreno con continuidad de la capa de aislamiento entre la fachada y la solera. Posee una longitud total de 66,4 m y un valor transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,206 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

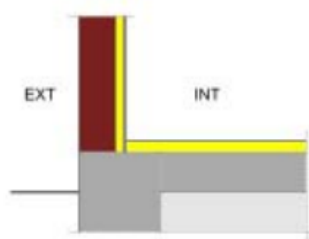


Figura 40: Puente térmico lineal de la fachada con la solera.

#### Fachada con cubierta:

Puesto que el edificio posee en total tres cubiertas, una superior y dos en la planta baja, habrá que tener en cuenta que existirán tres puentes térmicos lineales. Constructivamente, todas las cubiertas han sido igualmente diseñadas. Cubiertas planas con continuidad entre el aislamiento de fachada y de la cubierta. Respecto a la cubierta superior, posee una longitud total de 48,1 m y un valor transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . El encuentro de fachada y cubierta en la parte posterior del edificio en la planta baja tiene una longitud total de 1,7 m, y un valor transmitancia térmica lineal igual a la superior. En la parte delantera de la planta baja hay una longitud total de 2,9 m y un valor transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

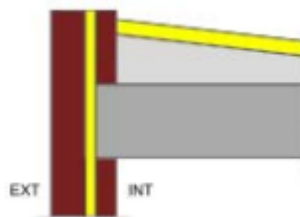


Figura 41: Puente térmico lineal de la fachada con la cubierta.

#### Fachada con pilar:

Pilares integrados en la fachada con continuidad de aislamiento. Posee una transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

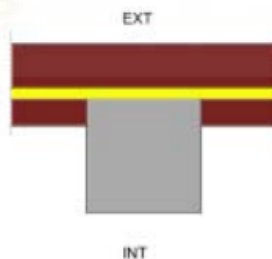


Figura 42: Puente térmico lineal de la fachada con el pilar.

#### Fachada con frentes de forjado:

Frentes de forjado con continuidad del aislamiento entre la fachada y el frente de forjado. Para la zona habitable, uno de ellos posee un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 29,1 m, el otro encuentro tiene un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,06 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 173 m. Para la zona no habitable, uno presenta un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 29,1 m, el otro puente tiene un valor de transmitancia térmica lineal  $\psi = 0,06 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 8,2 m.

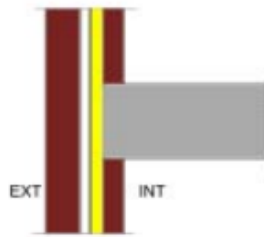


Figura 43: Puente térmico lineal de la fachada con el forjado.

Esquinas salientes:

Se pueden apreciar en dos zonas diferentes. En la zona habitable las esquinas salientes poseen un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,057 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 40,7 m. Para el sótano, la zona no habitable, tienen un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,086 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 13,6 m.



Figura 44: Puente térmico lineal de las esquinas salientes.

**-Huecos:**

Alféizares:

Con continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería. Tienen un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,08 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 56 m.

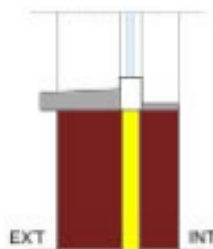


Figura 45: Puente térmico lineal de los alféizares.

Dinteles:

Continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería. Tienen un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 56 m.

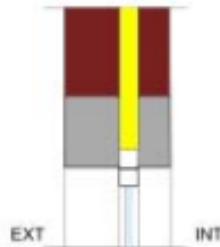


Figura 46: Puente térmico lineal de los dinteles.

Jambas:

Presenta continuidad entre el aislamiento de la fachada y la carpintería. Tienen un valor de transmitancia térmica lineal de  $\psi = 0,01 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y una longitud total de 230,4 m.

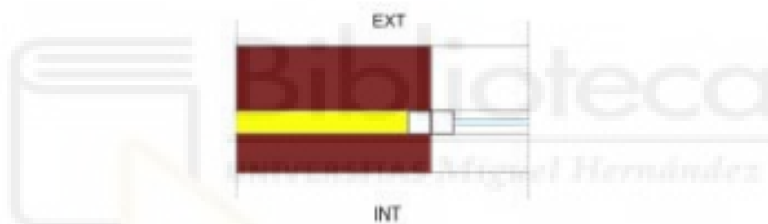


Figura 47: Puente térmico lineal de las jambas.

Se podrán encontrar los resultados más detalladamente en el Anexo VI: Listado de los puentes térmicos.

### Valores límite de los parámetros que resulten aplicables:

**-Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente**, también representado como  $k$ .

El valor límite de  $k$  para un edificio con un uso diferente al residencial privado se obtiene de la tabla 3.1.1.c del CTE DB-HE. Seguidamente se podrá apreciar una tabla incluyendo también el cálculo realizado del valor  $k$  límite.

Siguiendo las indicaciones inferiores a la tabla, el valor de  $k$  se calcula realizando una interpolación con los valores propuestos por la zona C, obteniendo así un valor de  $k=0,72 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .



**Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite  $K_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K] para uso distinto del residencial privado**

	Compacidad V/A [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	Zona climática de invierno					
		$\alpha$	A	B	C	D	E
<b>Edificios nuevos.</b>	V/A ≤ 1	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
<b>Ampliaciones.</b>							
<b>Cambios de uso.</b>	V/A=2,26				<b>k=0,72</b>		
<b>Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio</b>	V/A ≥ 4	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

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

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Las *unidades de uso* con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.

Figura 48: Extracto del DB-HE para el cálculo de  $k_{lim}$ .

Este valor límite de  $k$  ya lo proporcionaba automáticamente el programa, pero así queda razonado como se calcula. En la siguiente imagen se podrá apreciar el valor de  $k$  obtenido en el edificio. Así se demostrará que el parámetro cumple con las exigencias planteadas.

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

$K = 0.42 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq K_{lim} = 0.72 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ✓

donde:

$K$ : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m<sup>2</sup>·K).

$K_{lim}$ : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m<sup>2</sup>·K).

Figura 49: Resultados obtenidos por CYPETHERM HE Plus de  $k$ .

En la siguiente figura se puede apreciar el porcentaje de cada elemento de la envolvente del coeficiente global de transmisión.

Elementos de la envolvente	$k_i$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	%k
Fachadas	0,09	22,64
Muros en contacto con el terreno	0,04	8,98
Suelos en contacto con el terreno	0,03	8,04
Suelos con el parámetro inferior expuesto a la intemperie	0	0,32
Cubiertas	0,04	9,6
Huecos	0,17	39,53
Puentes térmicos	0,05	10,9

Tabla 9: Valor de  $k$  de los diferentes elementos de la envolvente.

**-Transmitancia térmica**, también representado como  $U$ .

El valor límite de  $U$  se obtiene de la tabla 3.1.1.a del CTE DB-HE, se podrá apreciar a continuación.

**Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [ $W/m^2K$ ]**

Elemento	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	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%.

Los valores límite de transmitancia aseguran una calidad mínima de la envolvente térmica y evitan descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio. Sin embargo, estos valores no aseguran un nivel de demanda adecuado, limitado por el coeficiente global de transmisión de calor (K).

Figura 50: Extracto del DB-HE de los valores límites de la transmitancia térmica de los elementos que componen la envolvente térmica.

Para el edificio, como bien se ha mencionado con anterioridad, le corresponde la zona C.

Seguidamente se podrá observar una tabla comparando la transmitancia térmica de los elementos seleccionados y los valores límites propuestos por el documento. Así, quedará justificado que los elementos que hemos diseñado cumplen con los requisitos exigidos.

Elementos	$U$ ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	$U_{lim}$ ( $W/(m^2 \cdot K)$ )
Cubierta en contacto con el aire exterior	0,2	0,4
Cubierta en contacto con el terreno	0,36	0,7
Muros en contacto con el aire exterior	0,26	0,49
Muros en contacto con el terreno	0,48	0,7
Huecos	1,4	2,1
Particiones internas	0,53	0,7
Solera	0,4	0,7

Tabla 10: Valor de  $U$  de los diferentes elementos de la envolvente.

**-Permeabilidad al aire de la envolvente térmica**, también representado como  $Q_{100}$ .

El siguiente parámetro, asegura que los elementos que han sido seleccionados anteriormente y las condiciones de ejecución de estos proporcionen un cierto nivel de estanqueidad al aire. El valor límite de permeabilidad al aire se obtiene de la tabla 3.1.3.a-HE1, que será mostrada seguidamente.

- 2 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,  $Q_{100,lim}$  [ $m^3/h \cdot m^2$ ]**

	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ( $Q_{100,lim}$ ) <sup>*</sup>	$\leq 27$	$\leq 27$	$\leq 27$	$\leq 9$	$\leq 9$	$\leq 9$

\* 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 ( $\leq 27 m^3/h \cdot m^2$ ) y clase 3 ( $\leq 9 m^3/h \cdot m^2$ ) de la UNE-EN 12207:2017.  
La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.

Figura 51: Extracto del DB-HE donde se indica la permeabilidad al aire.

Para una zona C, el valor límite corresponde con  $9 m^3/(h \cdot m^2)$ , que significa que son de clase 3. Los marcos seleccionados para el edificio son de clase 4, significa que tienen un valor de  $3 m^3/(h \cdot m^2)$ , por lo que la exigencia queda cumplida.

**-Control solar**, representado como  $q_{sol;jul}$ .

El presente parámetro se encarga de medir la capacidad del edificio para bloquear la radiación solar y asume dispositivos de sombra móviles. En la tabla 3.1.2-HE1 se puede apreciar el valor límite para cada tipo de edificios.

- 1 En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio, el parámetro de control solar ( $q_{sol;jul}$ ) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:

**Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar,  $q_{sol;jul,lim}$  [ $kWh/m^2 \cdot mes$ ]**

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

Este parámetro de control solar cuantifica una prestación del edificio que consiste en su capacidad para bloquear la radiación solar y presupone la activación completa de los dispositivos de sombra móviles. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para el cálculo del consumo energético del edificio, el valor efectivo del control solar, dependerá en menor medida de la eficacia de las protecciones solares móviles, debido al régimen efectivo de

Figura 52: Extracto del DB-HE donde se indican los valores de control solar.

Como sabemos que el edificio no tiene un uso residencial, tendremos que aplicar como valor límite, el numero remarcado en la imagen anterior. Respecto a los dispositivos de sombra móviles, han sido mencionados en este mismo documento en el apartado 4.1.2. que corresponde a la sección de puertas y huecos acristalados.

El valor obtenido del control solar del edificio por el software de cálculo será mostrado en la siguiente figura.

Como se puede apreciar, el valor obtenido es  $q_{sol,jul}=1,36 \text{ (kW}\cdot\text{h)/m}^2$  menor que el valor límite, por lo tanto, el apartado queda completamente justificado.

### 1.1.2. Control solar de la envolvente térmica

$$q_{sol,jul} = 1.36 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{sol,jul,lim} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$$



donde:

$q_{sol,jul}$ : Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m<sup>2</sup>.

$q_{sol,jul,lim}$ : Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m<sup>2</sup>.

Figura 53: Resultados obtenidos por CYPETHERM HE Plus del control solar.

## 4.2.5. Caracterización geométrica, constructiva e higro-térmica de los elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones, así como los valores límite que les correspondan.

La presente restricción busca limitar el resultado de situaciones, como las pérdidas de calor producidas por el desnivel de acondicionamiento y horarios de uso entre viviendas, locales, zonas comunes...

El valor de limitación de las descompensaciones viene indicado por el valor límite de transmitancia térmica entre las particiones internas. Se podrá apreciar en la siguiente tabla, corresponde a la tabla 3.2 del DB-HE1, que al igual que las anteriores, está en función de la zona climática, que como se ha indicado anteriormente es la zona C.

### 3.2 Limitación de descompensaciones

- 1 La *transmitancia térmica* de las *particiones interiores* no superará el valor de la tabla 3.2-HE1, en función del uso asignado a las distintas *unidades de uso* que delimiten:

Tabla 3.2 - HE1 *Transmitancia térmica* límite de particiones interiores,  $U_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K]

Tipo de elemento		Zona climática de invierno					
		$\alpha$	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
	Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00
Entre unidades de distinto uso Entre unidades de uso y zonas comunes	Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Esta exigencia busca limitar el efecto de situaciones como las pérdidas de calor producidas por el distinto nivel de acondicionamiento y horarios de uso entre viviendas, viviendas y locales comerciales, o entre viviendas y *zonas comunes* del edificio.

Los niveles de aislamiento requeridos son inferiores a los resultantes de considerar la separación con el ambiente exterior dado que se trata de una situación no permanente y que el espacio intermedio actúa como tampón con el exterior.

Figura 54: Extracto del DB-HE que indica el límite de descompensaciones en las particiones internas.

Observando la tabla anterior, se puede apreciar que el valor límite de la transmitancia térmica es, para particiones horizontales  $U_{lim}=1,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , y para particiones verticales  $U_{lim}=1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

En la siguiente tabla se puede apreciar una comparación entre los valores de los elementos seleccionados y los valores límite de la tabla del CTE DB-HE.

Elemento	$U \text{ (W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$	$U_{lim} \text{ (W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$
Tabiques internos (vertical)	0,53	1,2
Forjado entre plantas (horizontal)	0,455	1,35

Tabla 11: Valor de  $U$  de las separaciones internas verticales y horizontales.

Observaciones, para calcular el valor de  $U$  del forjado entre plantas se ha seleccionado un valor promedio entre la transmitancia térmica interna de refrigeración  $0,44 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  y calefacción  $0,47 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , ya que el software de cálculo nos proporciona los valores por separado. Esta gran diferencia entre los valores límite y los seleccionados es debido a la consideración expuesta en el apartado 4.1.2. se concluye con la justificación del cumplimiento del presente apartado.

#### **4.2.6. Características técnicas mínimas que deben reunir los productos que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético.**

Todos los elementos que se utilicen deberán cumplir con las garantías de calidad que indiquen en su ficha técnica, barajando la posibilidad de aceptación o rechazo del producto mediante ensayos o diferentes pruebas a realizar. Además, deberá ser supervisado por personal cualificado antes de su instalación, en el momento de la instalación y posteriormente a la instalación, así como un constante mantenimiento preventivo de problemas y conservación de los elementos post instalación.

#### **4.2.7. En edificios nuevos de uso residencial privado, la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa ( $n_{50}$ ).**

Como bien indica este apartado, solo es de aplicación para edificios con uso residencial privado, por lo que, en nuestro caso, este apartado no será de aplicación puesto que el presente edificio tiene un uso terciario. A pesar de no ser un apartado obligatorio en nuestro caso, se ha llevado a cabo. Se llevará a cabo un ensayo donde se limite la estanqueidad al aire en el interior del edificio, se tendrá un valor de  $6 \text{ h}^{-1}$ .

## 4.2.8. Verificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de condensaciones.

El software HE Plus permite realizar el cálculo de condensaciones en el edificio. Las zonas donde se realiza dicho estudio han sido detalladas en la Sección 3.3. Los resultados se mostrarán a continuación.

### -Fachada:

**Condensaciones superficiales:** no presenta condensaciones puesto que el valor del factor de resistencia superficial interior es mayor que el valor mínimo, los valores obtenidos son los siguientes:  $f_{Rsi} = 0,934 \geq f_{Rsi,mín} = 0,755$ .

El cálculo de  $f_{Rsi}$  se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$f_{Rsi} = 1 - (U \cdot R_{si}) = 1 - (0,262 \cdot 0,25) = 0,934$$

Siendo  $U$  la transmitancia térmica del elemento constructivo y  $R_{si}$  la resistencia superficial interior.

**Condensaciones intersticiales:** el elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales en todo el año.

### -Cubierta:

**Condensaciones superficiales:** no presenta condensaciones superficiales ya que el valor de resistencia superficial interior es mayor que el valor mínimo, los valores obtenidos son los siguientes:  $f_{Rsi} = 0,949 \geq f_{Rsi,mín} = 0,755$ .

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot R_{si} = 1 - (0,206 \cdot 0,25) = 0,949$$

**Condensaciones intersticiales:** el presente elemento constructivo al igual que el anterior tampoco presenta condensaciones intersticiales en todo el año.

En el Anejo VII: Cálculo de condensaciones se podrá apreciar más detalladamente los cálculos realizados por el software.

### 4.3. Demostración del cumplimiento del CTE DB-HE 4 Y HE 5.

El apartado del DB-HE “Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria” no se aplicará en el edificio de estudio, al igual que el apartado “Generación de energía eléctrica”, puesto que no se cumplen las condiciones mínimas de aplicación.

### 4.4. Demostración de las características de las instalaciones de iluminación.

Para realizar el cálculo de la instalación luminotécnica se ha empleado el software CYPELUX CTE, el cual nos permite diseñar una instalación de iluminación en el edificio, así como indicarnos si cumple o no con la normativa del diseño establecido. La normativa aplicable por el software es la siguiente: UNE EN 12464-1, CTE DB SUA 4 y CTE DB HE3.

La presente instalación luminotécnica posee los siguientes parámetros que se verán en la tabla a continuación.

Parámetros	Valores
Altura del plano de trabajo para iluminancia	0,85 m
Altura del plano de trabajo para deslumbramiento	1,2 m
Banda marginal	0,5 m
Factor de mantenimiento para alumbrado normal	0,8
Factor de mantenimiento para alumbrado de emergencia	0,8
Reflectancia para suelos	0,2
Reflectancia para techos	0,7
Reflectancia para paredes	0,5

Tabla 12: Parámetros de la instalación de iluminación.

Para realizar la comprobación de las normativas mencionadas anteriormente, a los diferentes recintos se les asigna el tipo de zonificación o actividad

Recintos	UNE-EN 12464-1	CTE DB-SUA 4	CTE DB-HE 3
Entrada	Mostrador de recepción	Resto de zonas	Zonas comunes
Comedor	Restaurante, comedor, sala de reuniones	Resto de zonas	Hostelería y restauración
Aseos	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño...	Resto de zonas	Zonas comunes
Pasillos	Áreas de circulación y pasillos	Resto de zonas	Zonas comunes
Sala de trabajo	Puestos de trabajo de CAD	Resto de zonas	Bibliotecas, museos y galerías de arte
Despachos	Escritura, escritura a máquina, lectura	Resto de zonas	Otros recintos interiores
Sala de reuniones	Salas de conferencia y reuniones	Resto de zonas	Salones de actos, auditorios...

Tabla 13: Definición de los recintos según las diferentes normativas.

Respecto a las luminarias que posee el edificio base son las siguientes:

**-Aseos y almacenes:** en este recinto el edificio posee una luminaria Downlight de empotrar (3 lámparas LED de 1 W) a 3,5 m de altura respecto el nivel del suelo. A continuación, se podrá observar una ilustración con las características de la luminaria, la lámpara y la curva fotométrica del modelo seleccionado. Estos valores los proporciona CYPELUX CTE automáticamente.

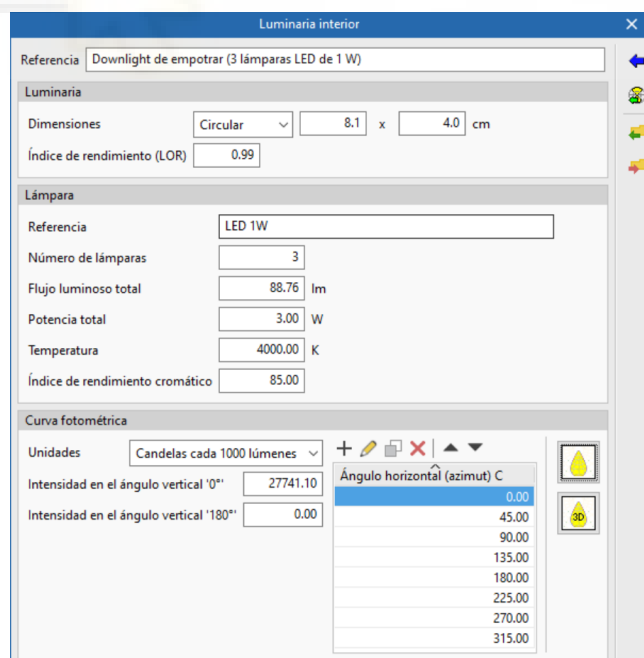


Figura 55: Detalles técnicos de las luminarias de los aseos y almacenes.

**-Aparcamiento:** para este recinto se han tenido que definir dos tipos de luminarias, la luminaria de alumbrado general y de emergencia. Como luminaria de alumbrado gene-



ral se ha empleado luminarias De garaje (1 lámpara fluorescente de 36 W) a 2,7 m de altura. Para las luminarias de alumbrado de emergencia se ha hecho uso del modelo MIMETICA BASIC L SLIM IP22 3 W 5000 K, las cuales son del Grupo Lledó y están situadas a una altura de 2,2 m respecto el nivel del suelo. A continuación, se podrá apreciar dos ilustraciones con los parámetros de cada luminaria.

**Luminaria interior**

Referencia: De garaje (1 lámpara fluorescente de 36 W)

**Luminaria**

Dimensiones: Rectangular 10.5 x 129.0 x 12.0 cm

Índice de rendimiento (LOR): 0.69

**Lámpara**

Referencia: TL 36W

Número de lámparas: 1

Flujo luminoso total: 3350.00 lm

Potencia total: 40.00 W

Temperatura: 4000.00 K

Índice de rendimiento cromático: 85.00

**Curva fotométrica**

Unidades: Candelas cada 1000 lúmenes

Intensidad en el ángulo vertical '0°': 170.00

Intensidad en el ángulo vertical '180°': 1.10

Ángulo horizontal (azimut) C:

0.00
45.00
90.00
135.00
180.00
225.00
270.00
315.00

Figura 56: Detalles técnicos de las luminarias del aparcamiento.

**Luminaria de emergencia**

Referencia: LLEDO MIMETICA BASIC L SLIM IP22 3W 5.000K

**Luminaria**

Dimensiones: Rectangular 28.4 x 11.8 x 3.0 cm

Índice de rendimiento (LOR): 1.00

**Lámpara**

Referencia: EMERGENCY 3W 249lm

Número de lámparas: 1

Flujo luminoso total: 249.24 lm

Potencia total: 3.00 W

Temperatura: 4000.00 K

Índice de rendimiento cromático: 80.00

**Curva fotométrica**

Unidades: Candelas

Intensidad en el ángulo vertical '0°': 84.71

Intensidad en el ángulo vertical '180°': 0.35

Ángulo horizontal (azimut) C:

0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
35.00

Figura 57: Detalles técnicos de las luminarias de emergencia del aparcamiento

**-Entrada y pasillo (planta baja):** como bien se mencionó con anterioridad en la sección 4.1.3. se realizó una partición virtual en la entrada, con el objetivo de separar

los cálculos. Situadas a 3,5 m de altura sobre el nivel del suelo podemos encontrar dos unidades del modelo Downlight de empotrar (2 lámparas fluorescentes de 18 W) y una unidad del modelo Empotrada (3 lámparas fluorescentes de 36 W) a la misma altura. Se han usado las mismas unidades para ambos recintos. A continuación, se podrá apreciar una imagen con las características del modelo Downlight de empotrar (2 lámparas fluorescentes de 18 W), el otro modelo ha sido usado en el siguiente punto, se podrá apreciar la imagen con características en ese apartado .

Ángulo horizontal (azimut) C	Intensidad
0.00	0.00
45.00	45.00
90.00	90.00
135.00	135.00
180.00	180.00
225.00	225.00
270.00	270.00
315.00	315.00

Figura 58: Detalles técnicos de las luminarias del modelo Downlight.

**-Resto de zonas:** el resto de los recintos del edificio poseen el mismo tipo de luminaria, concretamente posee un modelo de luminaria Empotrada (3 lámparas fluorescentes de 36 W) a 3,5 m de altura. Seguidamente se podrá apreciar una imagen con el resto de los parámetros.

Ángulo horizontal (azimut) C	Intensidad
0.00	0.00
45.00	45.00
90.00	90.00
135.00	135.00
180.00	180.00
225.00	225.00
270.00	270.00
315.00	315.00

Figura 59: Detalles técnicos de las luminarias empotradas.

A continuación, se podrán comprobar los resultados obtenidos de las zonas analizadas con el software, aunque cabe resaltar que los únicos valores que se emplearán en la certificación energética serán los provenientes de los recintos habitables.

**-Sala de máquinas:**

Referencia	: Sala de maquinas	
Tipo de zona	: Sala de maquinas	
Altura media	: 3.40 m	
Superficie	: 10.49 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 388.38 lux	
Potencia total instalada	= 13.53 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 3.48 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 0.00 (imperceptible)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 3.48 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 238.83 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 90 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 388.38 lux	(Exigido: ≥ 200 lux)
UGR	: 0	(Exigido: ≤ 25)
U <sub>o</sub>	: 0.83	(Exigido: ≥ 0.40)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 60: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Sala de máquinas.

**-Aparcamiento:**

Referencia	: Aparcamiento	
Tipo de zona	: Aparcamiento	
Altura media	: 3.40 m	
Superficie	: 203.73 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 176.25 lux	
Potencia total instalada	= 4.52 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 2.56 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 20.00 (molesto)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 2.56 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 90.03 lux	(Exigido: ≥ 50 lux)
Factor de uniformidad media	: 58 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado de emergencia)</b>		
R <sub>a</sub>	: 80	(Exigido: ≥ 40)
Altura mínima de las luminarias	: 2.20 m	(Exigido: ≥ 2 m)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 176.25 lux	(Exigido: ≥ 75 lux)
UGR	: 20	(Exigido: -)
U <sub>o</sub>	: 0.54	(Exigido: ≥ 0.40)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 40)

Figura 61: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Aparcamiento.

**-Comedor:**

Referencia	: Comedor	
Tipo de zona	: Comedor	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 123.40 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 413.65 lux	
Potencia total instalada	= 10.33 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 2.50 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 18.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 2.50 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 8.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 249.26 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 67 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 413.65 lux	(Exigido: -)
UGR	: 18	(Exigido: -)
U <sub>o</sub>	: 0.69	(Exigido: -)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 62: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Comedor.

**-Entrada:**

Referencia	: Entrada	
Tipo de zona	: Entrada	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 18.01 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 335.66 lux	
Potencia total instalada	= 11.88 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 3.54 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 17.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 3.54 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 193.59 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 76 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 335.66 lux	(Exigido: ≥ 300 lux)
UGR	: 17	(Exigido: ≤ 22)
U <sub>o</sub>	: 0.60	(Exigido: ≥ 0.60)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 63: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Entrada.

**-Pasillo planta baja:**

Referencia	: Pasillo2	
Tipo de zona	: Pasillo	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 17.17 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 332.73 lux	
Potencia total instalada	= 12.46 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 3.75 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 14.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 3.75 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 212.99 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 88 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 332.73 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
UGR	: 14	(Exigido: ≤ 28)
U <sub>o</sub>	: 0.82	(Exigido: ≥ 0.40)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 40)

Figura 64: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Pasillo de la planta baja.

**-Sala de trabajo:**

Referencia	: Sala de trabajo	
Tipo de zona	: Sala de trabajo	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 162.30 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 512.50 lux	
Potencia total instalada	= 12.97 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 2.53 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 16.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 2.53 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 5.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 276.85 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 59 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 512.50 lux	(Exigido: ≥ 500 lux)
UGR	: 16	(Exigido: ≤ 19)
U <sub>o</sub>	: 0.64	(Exigido: ≥ 0.60)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 65: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Sala de trabajo.

**-Aseos:** puesto a que todos los aseos tienen las mismas dimensiones y el mismo tipo de luminarias los resultados obtenidos son iguales para todos, por eso solo se adjuntará la siguiente imagen.

Referencia	: Aseo F	
Tipo de zona	: Aseo	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 2.27 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 217.98 lux	
Potencia total instalada	= 5.28 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 2.42 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 0.00 (imperceptible)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 2.42 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 135.44 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 74 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 217.98 lux	(Exigido: ≥ 200 lux)
UGR	: 0	(Exigido: ≤ 25)
U <sub>o</sub>	: 0.64	(Exigido: ≥ 0.40)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 66: Justificación del cumplimiento de las normativas en los Aseos.

**-Almacenes:** con los almacenes ocurre lo mismo que con los aseos, a pesar de haber varios, los dos poseen las mismas características y por ende los resultados de ambos se aprecian a continuación.

Referencia	: Almacén	
Tipo de zona	: Almacén	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 1.45 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 230.97 lux	
Potencia total instalada	= 6.23 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 2.70 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 0.00 (imperceptible)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 2.70 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 153.13 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 82 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 230.97 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
UGR	: 0	(Exigido: ≤ 25)
U <sub>o</sub>	: 0.80	(Exigido: ≥ 0.40)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 60)

Figura 67: Justificación del cumplimiento de las normativas en los Almacenes.

**-Despacho 1:**

Referencia	: Despacho 1	
Tipo de zona	: Despacho	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 31.21 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 609.21 lux	
Potencia total instalada	= 22.38 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 3.67 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 17.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 3.67 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 375.83 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 74 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 609.21 lux	(Exigido: ≥ 500 lux)
UGR	: 17	(Exigido: ≤ 19)
U <sub>o</sub>	: 0.68	(Exigido: ≥ 0.60)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 68: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Despacho 1.

**-Despacho 2:**

Referencia	: Despacho 2	
Tipo de zona	: Despacho	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 19.92 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 617.37 lux	
Potencia total instalada	= 20.86 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 3.38 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 16.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 3.38 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 372.22 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 77 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 617.37 lux	(Exigido: ≥ 500 lux)
UGR	: 16	(Exigido: ≤ 19)
U <sub>o</sub>	: 0.75	(Exigido: ≥ 0.60)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 69: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Despacho 2.

**-Sala de reuniones:**

Referencia	: Sala de reuniones	
Tipo de zona	: Sala de reuniones	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 43.74 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 674.00 lux	
Potencia total instalada	= 19.28 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 2.86 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 16.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 2.86 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 8.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 467.92 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 82 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 674.00 lux	(Exigido: ≥ 500 lux)
UGR	: 16	(Exigido: ≤ 19)
U <sub>o</sub>	: 0.82	(Exigido: ≥ 0.60)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 80)

Figura 70: Justificación del cumplimiento de las normativas en la Sala de reuniones.

**-Pasillo de la planta superior:**

Referencia	: Pasillo	
Tipo de zona	: Pasillo	
Altura media	: 3.70 m	
Superficie	: 63.32 m <sup>2</sup>	
Iluminancia media horizontal mantenida	= 510.26 lux	
Potencia total instalada	= 15.60 W/m <sup>2</sup>	
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)	= 3.06 W/m <sup>2</sup>	
Índice de deslumbramiento unificado	= 16.00 (aceptable)	
<b>CTE DB-HE 3 (Alumbrado normal artificial)</b>		
VEEI	: 3.06 W/m <sup>2</sup>	(Exigido: ≤ 4.0 W/m <sup>2</sup> )
<b>CTE DB-SUA 4 (Alumbrado normal artificial)</b>		
Iluminancia mínima	: 257.56 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
Factor de uniformidad media	: 60 %	(Exigido: ≥ 40 %)
<b>UNE-EN 12464-1</b>		
E <sub>m</sub>	: 510.26 lux	(Exigido: ≥ 100 lux)
UGR	: 16	(Exigido: ≤ 28)
U <sub>o</sub>	: 0.60	(Exigido: ≥ 0.40)
R <sub>a</sub>	: 85	(Exigido: ≥ 40)

Figura 71: Justificación del cumplimiento de las normativas en el Pasillo de la planta superior.



## 5. Propuesta de mejoras.

En el actual apartado se propondrán un conjunto de mejoras al edificio con el fin de optimizar los resultados, consiguiendo reducir el consumo de energía considerablemente, obteniendo así un edificio mucho más eficiente energética y económicamente.

Se han implementado un total de 3 mejoras al edificio base, las cuales serán detalladas en los siguientes apartados.

### 5.1. Calificación energética del edificio base.

A continuación, se podrán observar los resultados obtenidos en el edificio base. En la primera ilustración se podrá apreciar los indicadores parciales del edificio en emisiones.

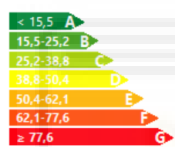
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Emissiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emissiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	0,25		0
Emissiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
	Emissiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emissiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	1,46		11,74

Figura 72: Indicador de emisiones del edificio base.

Seguidamente, se puede observar los indicadores parciales en consumo de energía primaria no renovable.

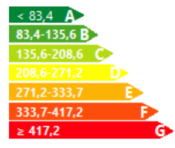
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN		ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	1,49		0
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	8,64		69,32

Figura 73: Indicador del consumo de energía del edificio base.

Finalmente, estos son los resultados en cuanto a demanda energética de calefacción y refrigeración.

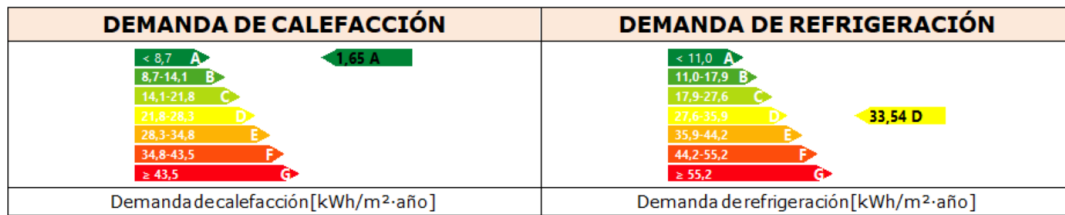


Figura 74: Indicador de la demanda de energía del edificio base.

Como se puede ver, estamos ante un edificio que posee unos valores bastante aceptables. Cabe destacar que estos valores pueden mejorar notoriamente, puesto que este edificio está muy penalizado por el consumo en la iluminación, supone aproximadamente un 86% del consumo global del edificio. Por otra parte, la refrigeración está en un punto en la que podría verse mejorada, aunque en las mejoras del edificio se hará más hincapié en la mejora en iluminación y en el autoconsumo que en proponer un sistema de refrigeración alternativo o mejoras en este.

## 5.2. MAE 1: Mejoras en la iluminación.

Con el objetivo de mejorar la gran penalización que sufre el edificio con la iluminación, se ha llevado a cabo una mejora en la instalación eléctrica de este, la cual consiste en realizar un cambio en gran parte de las luminarias que posee el edificio. Se han sustituido los modelos de luminaria Empotrada (3 lámparas fluorescentes de 36 W), por el modelo RC400B PSD W30L120 OC LED42S/840 NO de la compañía Philips. Además de este cambio, también se ha realizado un cambio en la altura de estas, la altura se ha reducido 50 cm, por lo que ahora se encuentran a una altura de 3 m sobre el nivel del suelo.

La calificación energética del edificio se podrá observar en las siguientes imágenes. En la siguiente ilustración se pueden apreciar los indicadores parciales en emisión del edificio.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	0.46	0
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	1.05	4.11

Figura 75: Indicador de emisiones de la MAE 1.

Respecto a los indicadores parciales del edificio en consumo de energía no primaria no renovable.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	2.69	0
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	6.19	24.25

Figura 76: Indicador del consumo de energía de la MAE 1.

En cuanto a los resultados de la demanda energética de calefacción y refrigeración.

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

Figura 77: Indicador de la demanda de energía de la MAE 1.

Como se puede apreciar el consumo energético ha disminuido en gran medida, puesto que ha pasado de un consumo de casi 70 kWh/(m<sup>2</sup>·año) a 24 kWh/(m<sup>2</sup>·año). En cuanto a la demanda de calefacción, se puede apreciar que ha aumentado un poco, no suponiendo un gran problema ya que se sigue manteniendo con una letra A de calificación. Respecto a la demanda en refrigeración, se ha producido una pequeña mejora la cual ha permitido pasar de una letra D en el edificio base a una letra C con la mejora en la iluminación.

### 5.3. MAE 2: Instalación de módulos fotovoltaicos en la cubierta superior del edificio.

Con el fin de conseguir obtener un bajo o nulo consumo de energía primaria no renovable, se va a optar por la introducción de módulos fotovoltaicos en la cubierta superior del edificio. La azotea posee una superficie de 196 m<sup>2</sup>, es decir posee una gran cantidad de espacio donde se pueden instalar las placas. Se van a instalar una cantidad de 24 módulos fotovoltaicos de 455 W, concretamente el modelo Panel Solar 455 W JA Solar Mono PERC.

Para saber cuánta energía es capaz de producir la instalación de los módulos fotovoltaicos se ha hecho uso de la plataforma PVGIS, la cual nos permite obtener unos valores estimados de la producción de energía mensual.

A continuación, se puede apreciar una tabla con los resultados propuestos por la

plataforma, el documento oficial se encontrará en el Anejo VIII: Diseño de la instalación fotovoltaica de la MAE 2.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Energía (KW/h)</b>	1208	1211	1453	1462	1597	1632	1712	1688	1498	1390	1147	1201

Tabla 14: Potencia producida por los módulos fotovoltaicos.

Se podrán observar los resultados obtenidos en el edificio con la instalación fotovoltaica. En la primera imagen se podrá apreciar los indicadores parciales del edificio en emisiones.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	0.03		0
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	0.19		1.54

Figura 78: Indicador de emisiones de la MAE 2.

Respecto a los indicadores parciales en consumo de energía primaria no renovable del edificio.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	0.2		0
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	1.13		9.09

Figura 79: Indicador del consumo de energía de la MAE 2.

En cuanto a los resultados en la demanda energética de calefacción y refrigeración.

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

Figura 80: Indicador de la demanda de energía de la MAE 2.

Como se puede observar, el consumo del edificio ha mejorado muchísimo, prácticamente solo con la instalación de los módulos podría llegar a tener consumo casi nulo. En cuanto a la demanda energética del edificio, no se han apreciado mejoras con el edificio base, esto es debido a que se ha mantenido la instalación eléctrica por defecto, y por ende la energía producida por las luminarias en el interior de los recintos ha hecho que esta no se vea afectada.

## 5.4. MAE 3: Combinación de la MAE 1 y MAE 2.

Puesto a que con las dos mejoras propuestas anteriormente el edificio ha mejorado notablemente, se va a realizar una tercera mejora energética que consiste en combinar la mejora en la instalación eléctrica del edificio, la cual se ha llevado a cabo en la MAE 1, así como también se va a realizar la misma instalación de módulos fotovoltaicos propuestos en la MAE 2. Esta mejora se va a desarrollar con el fin de obtener un edificio cuyo consumo sea totalmente nulo y pueda ser autosuficiente.

A continuación, se podrán observar los resultados obtenidos en el edificio. En la primera ilustración se podrá apreciar los indicadores parciales del edificio en emisiones.

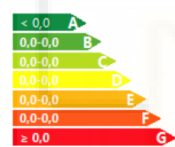
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>
	Emissiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emissiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
Emissiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>
	Emissiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emissiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
	0	0	0

Figura 81: Indicador de emisiones de la MAE 3.

Se puede apreciar los indicadores parciales en consumo de energía primaria no renovable.

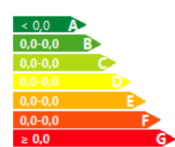
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>2</sup>	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN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

Figura 82: Indicador del consumo de energía de la MAE 3.

Los resultados de la demanda energética de calefacción y refrigeración son los siguientes.

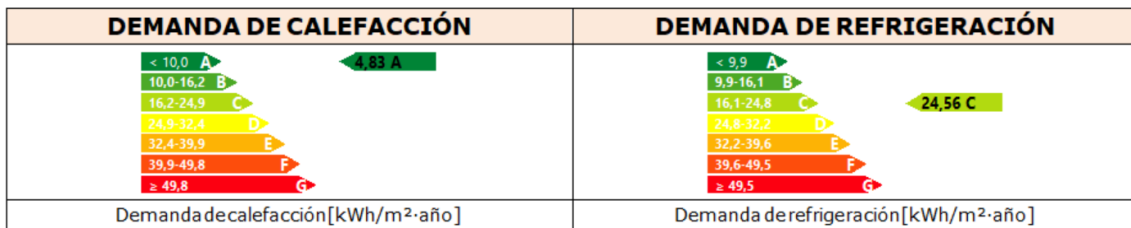


Figura 83: Indicador de la demanda de energía de la MAE 3.

Como era de esperar, combinando las dos propuestas de mejora energética anteriores se obtiene un consumo de energía nulo, es decir, el edificio es capaz de producir la suficiente cantidad de energía para autoabastecerse, por tanto, se puede decir que es un edificio autosuficiente. Respecto a la demanda energética, puesto que se ha realizado la mejora en la instalación eléctrica, se puede apreciar que los resultados de la demanda coinciden con los de la MAE 1.



## **6. Estudio de viabilidad económica de las propuestas de mejora.**

En el presente apartado se llevará a cabo un estudio económico orientativo y aproximado, con el objetivo de ver la rentabilidad económica de cada una de las propuestas mencionadas con anterioridad. Dicho estudio se realizará con el software de simulación CYPETHERM Improvements Plus.

### **6.1. Parámetros económicos.**

Para llevar a cabo el análisis económico habrá que tener en cuenta determinados parámetros, como por ejemplo, el coste de la energía eléctrica, la inflación que se produce en el país...

Puesto que el edificio de estudio solo utilizará como fuente de consumo la energía eléctrica de red, solo habrá que tener en cuenta los costes de esta. El valor del coste de este tipo de energía es un valor que últimamente varía considerablemente debido a la subida del precio del gas, el aumento de la demanda de los consumidores, el coste de emisión del CO<sub>2</sub> y diferentes factores más a tener en cuenta.

Para realizar el estudio se supondrá un coste de electricidad aproximado de unos 0,20 €/KWh aunque puede suceder que este valor se quede completamente desfasado en los próximos meses.

En cuanto a los parámetros económicos, el estudio se realizará empleando el método de cálculo VAN (Valor Actual Neto), lo que supondrá un cálculo dinámico. Se supondrá un incremento anual del coste de la energía del 3%, así como una inflación prevista de en torno al 2%, se tendrá un interés nominal del 1,5% y la simulación se llevará a cabo en un periodo de estudio de 25 años, que suele ser el tiempo de vida de los sistemas de climatización.

### **6.2. Resultados obtenidos.**

Seguidamente se podrá apreciar una tabla con los resultados obtenidos por el programa de simulación económica mencionado con anterioridad.

Estos valores han sido calculados en función de los parámetros definidos en el precedente apartado.

	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste anual de la energía (EUR)	Ahorro neto anual (EUR)	Recuperación de la inversión (año)	VAN (año)	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m <sup>2</sup> )	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )
Situación inicial	0.00	3936.54	0.00	0.00	0.00	80.66	13.66
Edificio base con mejoras en la iluminación	7210.00	1676.46	2160.08	3.34	3.20	34.34	5.83
Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	8034.00	1370.83	2365.71	3.40	3.25	10.58	1.79
Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	15392.00	419.12	3217.43	4.78	4.47	0.00	0.00

Figura 84: Resultados obtenidos de la simulación económica.

Para ser un estudio a un periodo de 25 años, las mejoras propuestas son bastante eficientes ya que el tiempo de recuperación de la inversión no supera en ningún caso los 5 años, es decir, el tiempo de retorno es considerablemente rápido. Cabe destacar que todas las mejoras planteadas son interesantes, debido a que todas proporcionan una gran mejora respecto a la situación inicial, incluso se podría decir que se adaptan a diferentes presupuestos y objetivos.

Probablemente la opción más interesante sea la última, ya que estamos hablando del doble de capital de inversión inicial con respecto a las dos mejoras anteriores, un tiempo de recuperación de solo dos años más en comparación, además de incluir un consumo nulo de energía, lo cual permite despreocuparse de las posibles subidas o bajadas del coste de la energía eléctrica.

Por tanto, no hay una mejor ni peor opción, solo son diferentes alternativas que se adaptan al presupuesto de los clientes en función de sus deseos o necesidades.

En el Anexo IX: Estudio económico, se puede apreciar con mayor detalle los cálculos realizados con el programa de simulación mencionado anteriormente.



## 7. Conclusión.

Durante el desarrollo del presente Trabajo de Fin de Grado se han aplicado los conocimientos adquiridos a lo largo del periodo académico. Concretamente se han afianzado conceptos de las asignaturas relacionadas con el área de energía, mecánica de fluidos y proyectos.

Para ello se ha hecho uso de diferentes softwares de la interfaz de CYPE dentro del entorno BIMserver.center.

Se comenzó modelando el edificio con el programa IFC Builder y CYPELUX CTE para la instalación de iluminación, para posteriormente poder realizar el análisis energético con CYPETHERM HE Plus y así conseguir el certificado energético del edificio.

Durante el desarrollo del estudio se han planteado diferentes mejoras al edificio por defecto, las cuales han mejorado considerablemente sus resultados, consiguiendo lograr un consumo nulo. La mejora energética que proporciona mejores resultados es la MAE 3, la cual ya se ha expuesto en detalle anteriormente.

Finalmente, con CYPETHERM Improvements Plus se ha llevado a cabo un análisis económico para saber con más detalle cuál de las mejoras planteadas puede llegar a ser más viable con el tiempo.

Para concluir, a lo largo de todo el trabajo se han adquirido una infinidad de conceptos, se han mejorado destrezas y habilidades para hacer cumplir un edificio con una normativa de la actualidad, la cual cada vez tiene una mayor importancia debido al alto coste de la energía.

## 8. Certificación energética.

En la siguiente página del presente documento se podrá observar la certificación energética del edificio en cuestión.

El certificado energético se ha realizado con el software CYPETHERM HE Plus. Dicho certificado está compuesto por una ficha técnica donde se pueden apreciar los datos del edificio o parte de edificio que se certifica, los datos del técnico certificador y la calificación energética obtenida. Además, dicho documento recoge un total de cuatro anexos:

Anexo I: Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II: Calificación energética del edificio.

Anexo III: Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV: Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Dicha certificación energética es un único documento donde se puede apreciar toda la información en conjunto mencionada anteriormente.



# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

<b>Nombre del Edificio</b>	Edificio de oficinas en Granada		
<b>Dirección</b>	-		
<b>Municipio</b>	Granada	<b>Código Postal</b>	-
<b>Provincia</b>	Granada	<b>Comunidad Autónoma</b>	Andalucía
<b>Zona climática</b>	C3	<b>Año construcción</b>	2022
<b>Plantas sobre rasante</b>	3	<b>Plantas bajo rasante</b>	1
<b>Normativa vigente (construcción / rehabilitación)</b>	CTE 2019		
<b>Referencia/s catastral/es</b>	xxx		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	Edificio existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque Completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

<b>Nombre y Apellidos</b>	Aarón Guil Córdoba	<b>NIF/NIE</b>	29522680-H
<b>Razón Social</b>	-	<b>NIF</b>	-
<b>Domicilio</b>	-		
<b>Municipio</b>	-	<b>Código Postal</b>	-
<b>Provincia</b>	-	<b>Comunidad Autónoma</b>	-
<b>e-mail</b>	-	<b>Teléfono</b>	-
<b>Titulación habilitante según normativa vigente</b>	-		
<b>Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:</b>	CYPETHERM HE Plus. 2022.f + [VisorXML1.0]		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
< 83.44 <b>A</b> 83.44 - 135.88 <b>B</b> 135.88 - 208.49 <b>C</b> 208.59 - 271.17 <b>D</b> 271.17 - 333.75 <b>E</b> 333.75 - 417.18 <b>F</b> ≥ 417.18 <b>G</b>	< 15.52 <b>A</b> 15.52 - 25.2 <b>B</b> 25.22 - 38.80 <b>C</b> 38.80 - 50.43 <b>D</b> 50.43 - 62.07 <b>E</b> 62.07 - 77.59 <b>F</b> ≥ 77.59 <b>G</b>
<b>80,66 A</b>	<b>13,66 A</b>

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 07/07/2022

Firma del técnico certificador: Aarón Guil Córdoba - 29522680-H

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha (de generación del documento): 07/07/2022

Ref. Catastral: xxx

Página 1 de 10

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	476,81
<b>Imagen del Edificio</b>	<b>Plano de situación</b>

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
C1	Fachada	193,55	0,26	Usuario
C1	Fachada	39,38	0,26	Usuario
C1	Fachada	188,75	0,26	Usuario
C1	Fachada	44,30	0,26	Usuario
A1	Cubierta	167,07	0,21	Usuario
MS1	Fachada	79,09	0,21	Usuario
MS1	Fachada	34,20	0,21	Usuario
MS1	Fachada	33,65	0,21	Usuario
MS1	Fachada	78,75	0,21	Usuario
S1	Suelo	235,90	0,18	Usuario
A2	Cubierta	48,62	0,36	Usuario
F1	Partición Interior Horizontal	8,57	0,48	Usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
VENTANAS TRASERAS	Hueco	71,62	1,32	0,47	Usuario	Usuario
VENTANA ENTRADA PB	Hueco	8,98	1,32	0,47	Usuario	Usuario
PUERTA-VENTANA	Hueco	3,52	1,32	0,47	Usuario	Usuario
VENTANAS DELANTERAS P1 Y P2	Hueco	29,63	1,32	0,47	Usuario	Usuario
VENTANA SIMPLE P1 Y P2	Hueco	5,00	1,32	0,47	Usuario	Usuario
VENTANA SIMPLE TERRAZA	Hueco	6,50	1,32	0,47	Usuario	Usuario
VENTANA CORREDERA	Hueco	12,00	1,32	0,47	Usuario	Usuario
PBPcoche (290-295)	Hueco	6,43	5,00	0,00	Usuario	Usuario

### 3. INSTALACIONES TERMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
VRV - Zona Común HABITABLE	Caudal de refrigerante variable (VRF)	37,50	407,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
<b>TOTALES</b>		<b>37,50</b>			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
VRV - Zona Común HABITABLE	Caudal de refrigerante variable (VRF)	33,50	912,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
<b>TOTALES</b>		<b>33,50</b>			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	0,00
--	------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	----------------------------	-----------------	-------------------

#### Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

<b>Nombre</b>	RECUPERADOR DE CALOR			
<b>Tipo</b>	Recuperador de calor			
<b>Zona asociada</b>	Zona Común HABITABLE			
<b>Potencia calor [kW]</b>	<b>Potencia frío [kW]</b>	<b>Rendimiento estacional calor [%]</b>	<b>Rendimiento estacional frío [%]</b>	
0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Enfriamiento gratuito</b>	<b>Enfriamiento evaporativo</b>	<b>Recuperación de energía</b>	<b>Control</b>	
-	No	Si	-	

#### Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
-			-
<b>TOTALES</b>			<b>0,00</b>

#### Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Ventiladores	Ventilador	Climatización, Ventilación	647,97
<b>TOTALES</b>			<b>647,97</b>

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m <sup>2</sup> ]	VEEI [W/m <sup>2</sup> ·100lux]	Iluminancia media [lux]	Modo de obtención
Z01_S01_Comedor	10,33	2,50	413,65	Usuario
Z01_S02_Entrada	15,81	3,17	497,93	Usuario
Z01_S03_Sala de trabajo	12,97	2,53	512,50	Usuario
Z01_S04_Aseo M	5,29	2,10	251,13	Usuario
Z01_S05_Aseo F	5,29	2,29	231,24	Usuario
Z01_S06_Aseo M	5,28	2,07	255,42	Usuario
Z01_S07_Aseo F	7,92	3,64	217,64	Usuario
Z01_S08_Pasillo	17,83	3,03	588,28	Usuario
Z01_S09_Despacho 1	22,38	3,67	609,30	Usuario
Z01_S10_Despacho 2	20,86	3,39	615,45	Usuario
Z01_S11_Sala de reuniones	19,28	2,87	672,96	Usuario
Z01_S12_Pasillo2	5,00	5,00	100,00	Usuario
<b>TOTALES</b>	<b>9,49</b>			

## 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACION (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Perfil de uso
Z01_S01_Comedor	123,40	noresidencial-8h-baja
Z01_S02_Entrada	18,01	noresidencial-8h-baja
Z01_S03_Sala de trabajo	158,48	noresidencial-8h-alta
Z01_S04_Aseo M	2,27	noresidencial-8h-baja
Z01_S05_Aseo F	2,27	noresidencial-8h-baja
Z01_S06_Aseo M	2,27	noresidencial-8h-baja
Z01_S07_Aseo F	2,27	noresidencial-8h-baja
Z01_S08_Pasillo	59,49	noresidencial-8h-media
Z01_S09_Despacho 1	31,21	noresidencial-8h-media
Z01_S10_Despacho 2	19,92	noresidencial-8h-media
Z01_S11_Sala de reuniones	43,74	noresidencial-8h-baja
Z01_S12_Pasillo2	13,46	noresidencial-8h-media

## 6. ENERGÍAS RENOVABLES

### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final cubierto, en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Medioambiente	62,41	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>62,41</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

### Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Panel fotovoltaico	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>



## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

<b>Zona Climática</b>	C3	<b>Uso</b>	EdificioUsoTerciario
-----------------------	----	------------	----------------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p><b>&lt; 15.52 A</b></p> <p>15.52 - 25.52 <b>B2</b></p> <p>25.22 - 38.80 <b>C</b></p> <p>38.80 - 50.43 <b>D</b></p> <p>50.43 - 62.07 <b>E</b></p> <p>62.07 - 77.59 <b>F</b></p> <p><b>≥ 77.59 G</b></p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p><b>13,66 A</b></p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;"><i>Emisiones globales [kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>·año]<sup>1</sup></i></p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	A	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	-
	0,25		0,00	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	A	<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	B
	1,46		11,74	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2e</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	13,66	6514
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	0,00	0

### 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			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p><b>&lt; 83.44 A</b></p> <p>83.44 - 135.58 <b>B5</b></p> <p>135.58 - 208.59 <b>C5</b></p> <p>208.59 - 271.17 <b>D7</b></p> <p>271.17 - 333.75 <b>E</b></p> <p>333.75 - 417.18 <b>F</b></p> <p><b>≥ 417.18 G</b></p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p><b>80,66 A</b></p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;"><i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m<sup>2</sup>·año]<sup>1</sup></i></p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	A	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	-
	1,49		0,00	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	A	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	B
	8,64		69,32	

### 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
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p><b>&lt; 8.71 A</b></p> <p>8.71 - 14.1 <b>B</b></p> <p>14.15 - 21.7 <b>C</b></p> <p>21.77 - 28.30 <b>D</b></p> <p>28.30 - 34.83 <b>E</b></p> <p>34.83 - 43.54 <b>F</b></p> <p><b>≥ 43.54 G</b></p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p><b>1,65 A</b></p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;"><i>Demanda de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <p><b>&lt; 11.04 A</b></p> <p>11.04 - 17. <b>B4</b></p> <p>17.94 - 27.5 <b>C</b></p> <p>27.59 - 35.87 <b>D</b></p> <p>35.87 - 44.15 <b>E</b></p> <p>44.15 - 55.19 <b>F</b></p> <p><b>≥ 55.19 G</b></p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p><b>33,54 D</b></p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;"><i>Demanda de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i></p>

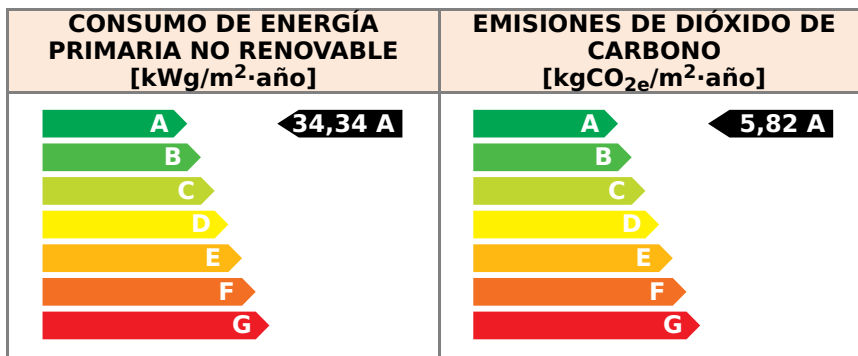
<sup>1</sup> - El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así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

# ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

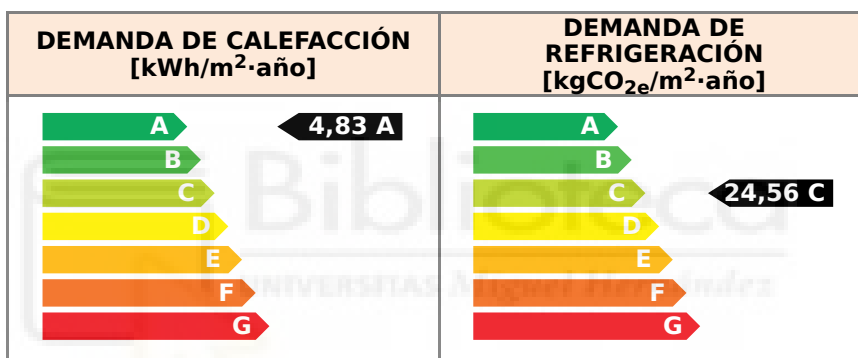
## MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

<b>Denominación:</b>	<b>Edificio base con mejora en la iluminación.</b>
----------------------	--

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
<b>Consumo Energía final</b> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	1,38	-0,62 (-81,58%)	3,17	1,25 (+28,28%)	0,00	0,00 (-%)	12,4135,48	23,07 (+65,02%)	16,96	23,70 (+58,29%)
<b>Consumo Energía primaria no renovable</b> [kWg/m <sup>2</sup> ·año]	2,69 A	-1,20 (-80,54%)	6,19 A	2,45 (+28,36%)	0,00 -	0,00 (-%)	24,25 A	45,07 (+65,02%)	34,34 A	46,32 (+57,43%)
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub></b> [kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	0,46 A	-0,21 (-84,00%)	1,05 A	0,41 (+28,08%)	0,00 -	0,00 (-%)	4,11 A	7,63 (+64,99%)	5,82 A	7,84 (+57,39%)
<b>Demanda</b> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	4,83 A	-3,18 (-192,73%)	24,56 C	8,98 (+26,77%)						

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



### DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

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

Se ha cambiado la altura de las luminarias en el edificio, además de cambiar el modelo de estas, poniendo un modelo LED de última generación de la compañía Philips. No se han cambiado las luminarias de los aseos y los almacenes.

Modelo: PHILIPS TBS165 K 4X14W C6 TL5/830 HFP

#### Coste estimado de la medida

100 € por luminaria

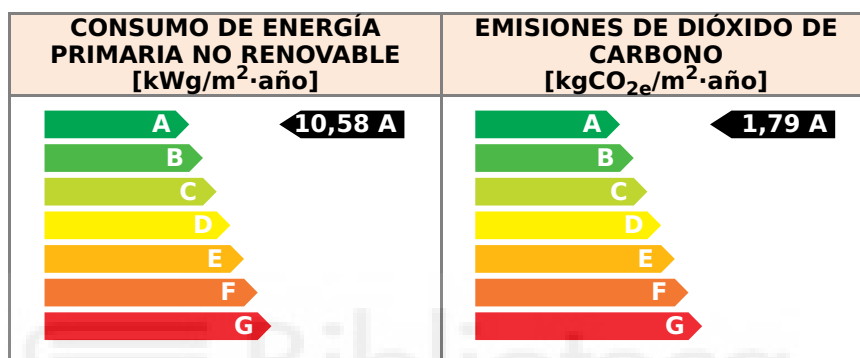
#### Otros datos de interés

En el Anejo de Mejoras se realizará una comparación económica entre las diferentes opciones.

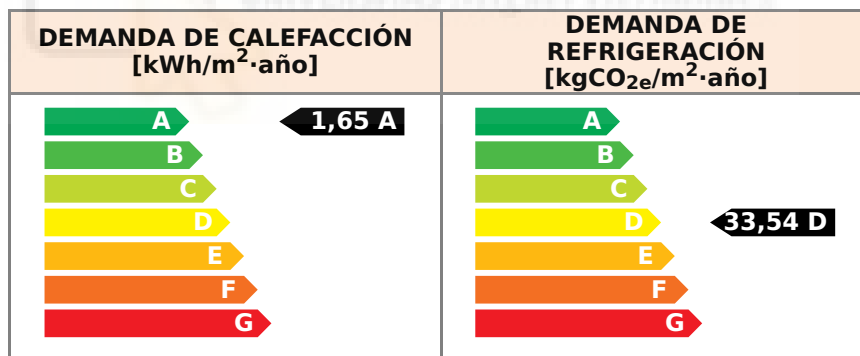
### MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

**Denominación:** Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



#### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



### ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	0,76	0,00 (+0,00%)	4,42	0,00 (+0,00%)	0,00	0,00 (-%)	35,4835	0,00 (+0,00%)	40,66	0,00 (+0,00%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	0,20 A	1,29 (+86,58%)	1,13 A	7,51 (+86,92%)	0,00 -	0,00 (-%)	9,09 A	60,23 (+86,89%)	10,58 A	70,08 (+86,88%)
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	0,03 A	0,22 (+88,00%)	0,19 A	1,27 (+86,99%)	0,00 -	0,00 (-%)	1,54 A	10,20 (+86,88%)	1,79 A	11,87 (+86,90%)
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	1,65 A	0,00 (+0,00%)	33,54 D	0,00 (+0,00%)						

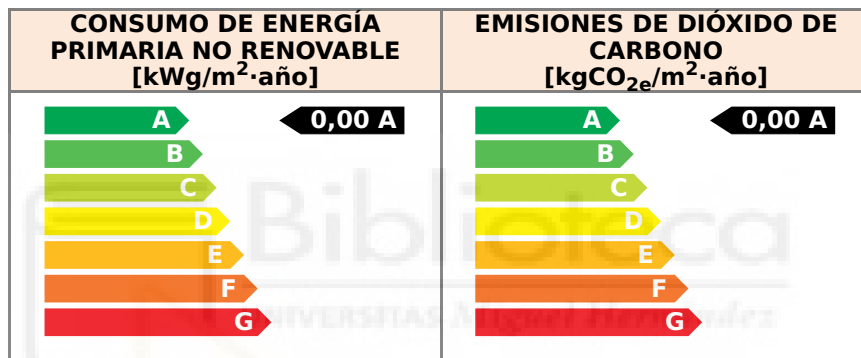
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador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

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA</b>
<p><b>Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)</b></p> <p>Se ha realizado una instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta del edificio. Con un total de 24 módulos.</p>
<p><b>Coste estimado de la medida</b></p> <p>200 € por módulo, 2000 € el inversor, 1000 € en cables</p>
<p><b>Otros datos de interés</b></p> <p>En el Anejo de Mejoras se realizará una comparación económica entre las diferentes opciones.</p>

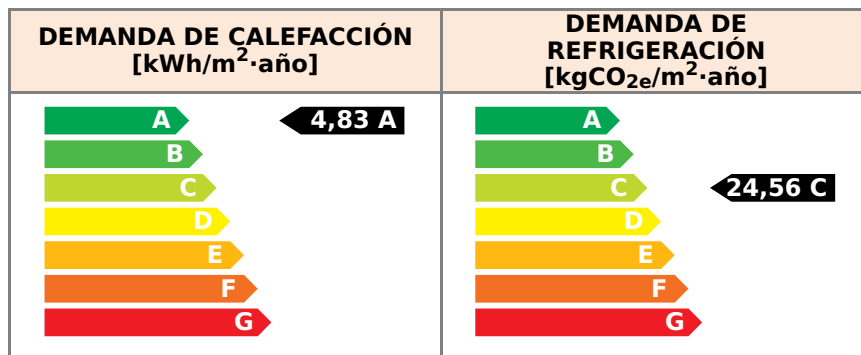
**MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

<b>Denominación:</b>	<b>Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta</b>
----------------------	---

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL**



**CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES**



**ANÁLISIS TÉCNICO**

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
<b>Consumo Energía final</b> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	1,38	-0,62 (-81,58%)	3,17	1,25 (+28,28%)	0,00	0,00 (-%)	12,4135	48,23,07 (+65,02%)	16,96	23,70 (+58,29%)
<b>Consumo Energía primaria no renovable</b> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	0,00 A	1,49 (+100,00%)	0,00 A	8,64 (+100,00%)	0,00 -	0,00 (-%)	0,00 A	69,32 (+100,00%)	0,00 A	80,66 (+100,00%)
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub></b> [kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	0,00 A	0,25 (+100,00%)	0,00 A	1,46 (+100,00%)	0,00 -	0,00 (-%)	0,00 A	11,74 (+100,00%)	0,00 A	13,66 (+100,00%)
<b>Demanda</b> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	4,83 A	-3,18 (-192,73%)	24,56 C	8,98 (+26,77%)						

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

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA</b>
<b>Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)</b>
En esta medida, se han complementado las dos mejoras anteriormente indicadas. Se ha llevado a cabo la mejora en la iluminación y la instalación de los módulos fotovoltaicos.
<b>Coste estimado de la medida</b>
100 € por luminaria, 200 € por módulo, 2000 € el inversor, 1000 € en cables
<b>Otros datos de interés</b>
En el Anejo de Mejoras se realizará una comparación económica entre las diferentes opciones.

## ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	01/06/2022
Puesto que estamos ante un edificio de obra nueva que se encuentra todavía en fase de proyecto, aun no se han realizado visitas.	



## ANEXO V

# LISTADO DE MATERIALES QUE FORMAN LA ENVOLVENTE TÉRMICA



## **Descripción de materiales y elementos constructivos**

**UNE EN ISO 6946**

**UNE EN ISO 10077**

**UNE EN ISO 13370**

**UNE EN ISO 10456**



## ÍNDICE

<b>1. SISTEMA ENVOLVENTE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Suelos en contacto con el terreno.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Soleras.....	4
<b>1.2. Muros en contacto con el terreno.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Fachadas.....</b>	<b>5</b>
1.3.1. Parte ciega de las fachadas.....	5
1.3.2. Huecos en fachada.....	5
<b>1.4. Cubiertas.....</b>	<b>6</b>
1.4.1. Parte maciza de las azoteas.....	6
<b>1.5. Suelos en contacto con el exterior.....</b>	<b>7</b>
<b>2. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Compartimentación interior vertical.....</b>	<b>9</b>
2.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical.....	9
2.1.2. Huecos verticales interiores.....	9
<b>2.2. Compartimentación interior horizontal.....</b>	<b>10</b>
<b>3. MATERIALES.....</b>	<b>12</b>





## **1. SISTEMA ENVOLVENTE**



# Descripción de materiales y elementos constructivos

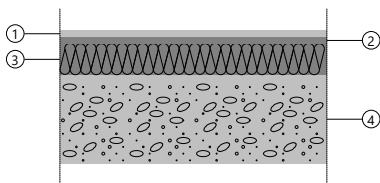
## 1. SISTEMA ENVOLVENTE

### 1.1. Suelos en contacto con el terreno

#### 1.1.1. Soleras

**S1** Superficie total 235.90 m<sup>2</sup>

S1



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1.50 cm
2 - Mortero de cemento	1.50 cm
3 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	7.00 cm
4 - Hormigón armado	20.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.18 W/(m<sup>2</sup>·K)

Espesor total 30.00 cm

Longitud característica, B': 7.365 m

Resistencia térmica del forjado, Rf: 2.52 (m<sup>2</sup>·K)/W

Superficie del forjado, A: 254.39 m<sup>2</sup>

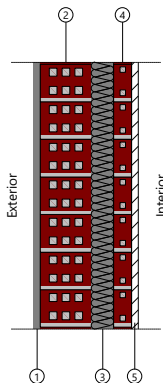
Perímetro del forjado, P: 69.085 m

Conductividad térmica, λ: 2.000 W/(m·K)

### 1.2. Muros en contacto con el terreno

**MS1** Superficie total 225.69 m<sup>2</sup>

MS1



Listado de capas:

1 - Mortero de cemento	1.50 cm
2 - Ladrillo perforado	11.50 cm
3 - EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	5.00 cm
4 - Ladrillo hueco	4.00 cm
5 - Enlucido de yeso	1.50 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.21 W/(m<sup>2</sup>·K)

Espesor total 23.50 cm

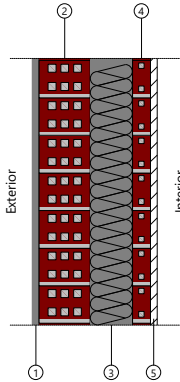
# Descripción de materiales y elementos constructivos

## 1.3. Fachadas

### 1.3.1. Parte ciega de las fachadas

**C1** Superficie total 465.97 m<sup>2</sup>

C1



Listado de capas:

1 - Mortero de cemento	1.50 cm
2 - Ladrillo perforado	11.50 cm
3 - EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	9.50 cm
4 - Ladrillo hueco	4.00 cm
5 - Enlucido de yeso	1.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.26 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 28.00 cm

### 1.3.2. Huecos en fachada

#### **PBPcoche (290-295)**

PBPcoche (290-295)

Características

Transmitancia térmica, U: 5.00 W/(m<sup>2</sup>·K)

Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.600 (color intermedio)

#### **VENTANAS TRASERAS**

VENTANAS TRASERAS

Características

Transmitancia térmica, U: 1.32 W/(m<sup>2</sup>·K)

Factor solar, g: 0.580

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,  $g_{gl;sh,wi}$ : 0.08

#### **VENTANA ENTRADA PB**

VENTANA ENTRADA PB

Características

Transmitancia térmica, U: 1.32 W/(m<sup>2</sup>·K)

Factor solar, g: 0.580

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,  $g_{gl;sh,wi}$ : 0.08

#### **PUERTA-VENTANA**

PUERTA-VENTANA

Características

Transmitancia térmica, U: 1.32 W/(m<sup>2</sup>·K)

Factor solar, g: 0.580

Fracción opaca, Ff: 0.200

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,  $g_{gl;sh,wi}$ : 0.58

# Descripción de materiales y elementos constructivos

## VENTANAS DELANTERAS P1 Y P2

### VENTANAS DELANTERAS P1 Y P2

Características Transmitancia térmica, U: 1.32 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.580  
Fracción opaca, Ff: 0.200  
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,  $g_{gl;sh,wi}$ : 0.08

## VENTANA SIMPLE P1 Y P2

### VENTANA SIMPLE P1 Y P2

Características Transmitancia térmica, U: 1.32 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.580  
Fracción opaca, Ff: 0.200  
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,  $g_{gl;sh,wi}$ : 0.08

## VENTANA SIMPLE TERRAZA

### VENTANA SIMPLE TERRAZA

Características Transmitancia térmica, U: 1.32 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.580  
Fracción opaca, Ff: 0.200  
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,  $g_{gl;sh,wi}$ : 0.08

## VENTANA CORREDERA

### VENTANA CORREDERA

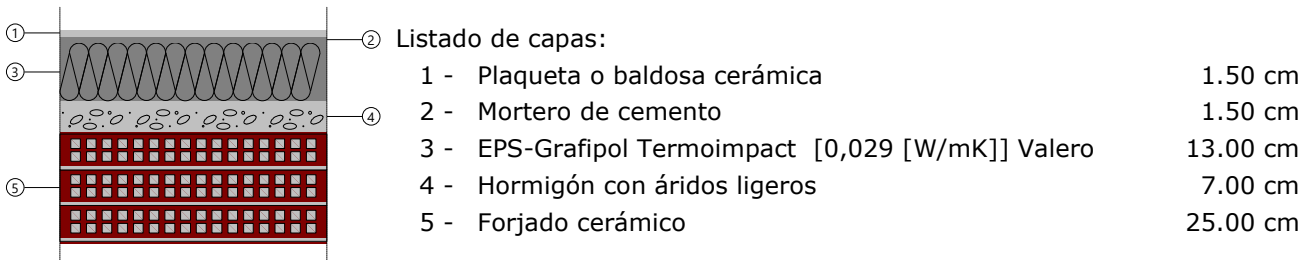
Características Transmitancia térmica, U: 1.32 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.580  
Fracción opaca, Ff: 0.200  
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados,  $g_{gl;sh,wi}$ : 0.08

## 1.4. Cubiertas

### 1.4.1. Parte maciza de las azoteas

**A1** Superficie total 167.07 m<sup>2</sup>

A1



Características

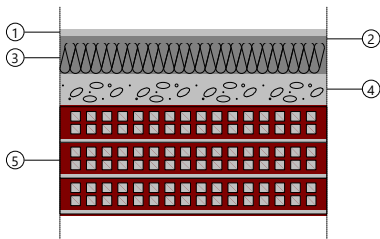
Transmitancia térmica, U: 0.21 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 48.00 cm

## Descripción de materiales y elementos constructivos

**A2**

Superficie total 48.62 m<sup>2</sup>

A2



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1.50 cm
2 - Mortero de cemento	1.50 cm
3 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	7.00 cm
4 - Hormigón con áridos ligeros	7.00 cm
5 - Forjado cerámico	25.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.36 W/(m<sup>2</sup>·K)

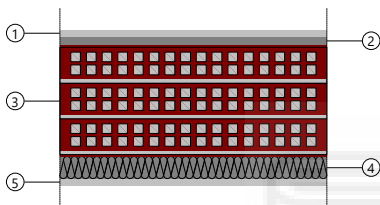
Espesor total 42.00 cm

### 1.5. Suelos en contacto con el exterior

**F1**

Superficie total 3.57 m<sup>2</sup>

F1



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1.50 cm
2 - Mortero de cemento	2.00 cm
3 - Forjado cerámico	25.00 cm
4 - EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	5.00 cm
5 - Enlucido de yeso	1.50 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.48 W/(m<sup>2</sup>·K)

Espesor total 35.00 cm



## **2. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN**

# Descripción de materiales y elementos constructivos

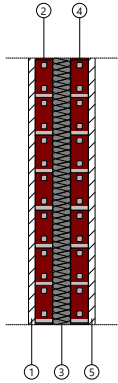
## 2. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

### 2.1. Compartimentación interior vertical

#### 2.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical

**T1** Superficie total 336.57 m<sup>2</sup>

T1



Listado de capas:

1 - Enlucido de yeso	1.50 cm
2 - Ladrillo hueco	4.00 cm
3 - EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	4.00 cm
4 - Ladrillo hueco	4.00 cm
5 - Enlucido de yeso	1.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.53 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 15.00 cm

#### 2.1.2. Huecos verticales interiores

##### PDPBc

PDPBc

Características

Transmitancia térmica, U: 2.00 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.600 (color intermedio)

##### P1PSaseos

P1PSaseos

Características

Transmitancia térmica, U: 2.00 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.600 (color intermedio)

##### P1PScuartito

P1PScuartito

Características

Transmitancia térmica, U: 2.00 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.600 (color intermedio)

##### PDS

PDS

Características

Transmitancia térmica, U: 2.00 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.600 (color intermedio)

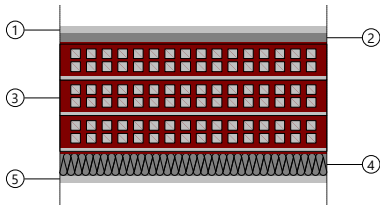
# Descripción de materiales y elementos constructivos

## 2.2. Compartimentación interior horizontal

**F1**

Superficie total 476.79 m<sup>2</sup>

F1



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1.50 cm
2 - Mortero de cemento	2.00 cm
3 - Forjado cerámico	25.00 cm
4 - EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	5.00 cm
5 - Enlucido de yeso	1.50 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.47 W/(m<sup>2</sup>·K)

Espesor total 35.00 cm





### **3. MATERIALES**



## Descripción de materiales y elementos constructivos

### 3. MATERIALES

Capas					
Material	e	$\rho$	$\lambda$	RT	Cp
Mortero de cemento	1.50	1900.00	1.300	0.01	1000.00
Ladrillo perforado	11.50	900.00	0.500	0.23	1000.00
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	9.50	28.00	0.029	3.28	1200.00
Ladrillo hueco	4.00	920.00	0.400	0.10	1000.00
Enlucido de yeso	1.50	1100.00	0.570	0.03	1000.00
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	4.00	28.00	0.029	1.38	1200.00
EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	5.00	28.00	0.029	1.72	1200.00
Plaqueta o baldosa cerámica	1.50	2000.00	1.000	0.02	800.00
EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	13.00	18.00	0.029	4.48	1200.00
Hormigón con áridos ligeros	7.00	1600.00	1.150	0.06	1000.00
Forjado cerámico	25.00	1660.00	1.670	0.15	1000.00
EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	7.00	18.00	0.029	2.41	1200.00
Mortero de cemento	2.00	1900.00	1.300	0.02	1000.00
Enlucido de yeso	1.50	1100.00	0.570	0.03	1000.00
Plaqueta o baldosa cerámica	1.50	2000.00	1.000	0.02	800.00
EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	7.00	18.00	0.029	2.41	1200.00
Hormigón armado	20.00	2500.00	2.500	0.08	1000.00
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor cm		RT	Resistencia térmica ( $m^2 \cdot K$ )/W	
$\rho$	Densidad $kg/m^3$		Cp	Calor específico $J/(kg \cdot K)$	
$\lambda$	Conductividad térmica $W/(m \cdot K)$				

# ANEXO VI

## LISTADO DE LOS PUENTES TÉRMICOS



## Descripción de los puentes térmicos lineales

EN ISO 14683

EN ISO 10211



Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
TFmi [F]F1-[A]MS1(90)-[B]C1(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	<b>29.103</b>	<b>0.11</b>
TFms [F]F1-[B]C1(90)-[B]C1(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	<b>85.822</b>	<b>0.06</b>
TFmi [F]F1-[B]C1(90)-[B]C1(180) Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	<b>87.209</b>	<b>0.06</b>

Encuentro de fachada con cubierta	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
LFs [G]A1-[B]C1(90) Cubiertas planas con continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta. Cubierta plana.	<b>48.144</b>	<b>0.22</b>

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
LWo [B]C1-[B]C1(90) Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	<b>40.700</b>	<b>0.06</b>

Hueco de ventana	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
Wi [K]VENTANAS TRASERAS-[B]C1 Alfizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alfizar.	<b>28.650</b>	<b>0.08</b>
Ws [K]VENTANAS TRASERAS-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	<b>28.650</b>	<b>0.11</b>
WI [K]VENTANAS TRASERAS-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	<b>125.000</b>	<b>0.01</b>
Wi [K]VENTANA ENTRADA PB-[B]C1 Alfizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alfizar.	<b>4.490</b>	<b>0.08</b>
Ws [K]VENTANA ENTRADA PB-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	<b>4.490</b>	<b>0.11</b>
WI [K]VENTANA ENTRADA PB-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	<b>16.000</b>	<b>0.01</b>
Wi [K]PUERTA-VENTANA-[B]C1 Alfizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alfizar.	<b>1.600</b>	<b>0.08</b>

Hueco de ventana	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
Ws [K]PUERTA-VENTANA-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	<b>1.600</b>	<b>0.11</b>
WI [K]PUERTA-VENTANA-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	<b>4.400</b>	<b>0.01</b>
Wi [K]VENTANAS DELANTERAS P1 Y P2-[B]C1 Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	<b>11.850</b>	<b>0.08</b>
Ws [K]VENTANAS DELANTERAS P1 Y P2-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	<b>11.850</b>	<b>0.11</b>
WI [K]VENTANAS DELANTERAS P1 Y P2-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	<b>45.000</b>	<b>0.01</b>
Wi [K]VENTANA SIMPLE P1 Y P2-[B]C1 Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	<b>2.000</b>	<b>0.08</b>
Ws [K]VENTANA SIMPLE P1 Y P2-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	<b>2.000</b>	<b>0.11</b>
WI [K]VENTANA SIMPLE P1 Y P2-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	<b>10.000</b>	<b>0.01</b>
Wi [K]VENTANA SIMPLE TERRAZA-[B]C1 Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	<b>2.600</b>	<b>0.08</b>
Ws [K]VENTANA SIMPLE TERRAZA-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	<b>2.600</b>	<b>0.11</b>
WI [K]VENTANA SIMPLE TERRAZA-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	<b>10.000</b>	<b>0.01</b>
Wi [K]VENTANA CORREDERA-[B]C1 Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	<b>4.798</b>	<b>0.08</b>
Ws [K]VENTANA CORREDERA-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	<b>4.798</b>	<b>0.11</b>
WI [K]VENTANA CORREDERA-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	<b>20.000</b>	<b>0.01</b>

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
Ws [J]P1PScuartito-[C]T1 Unión no especificada por la norma.	<b>1.600</b>	<b>0.00</b>

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
WI [J]P1PScuartito-[C]T1 Unión no especificada por la norma.	<b>8.120</b>	<b>0.00</b>
LWo [B]C1-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	<b>7.400</b>	<b>0.00</b>
LWi [B]C1-[I](90) Unión no considerada, por indicación del usuario.	<b>7.400</b>	<b>0.00</b>



## ANEXO VII

# CÁLCULO DE CONDENSACIONES



# Condensaciones

UNE EN ISO 13788





## ÍNDICE

<b>1. ZONA COMÚN HABITABLE.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. C1.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	3
1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	3
1.1.3. Descripción del elemento constructivo.....	4
1.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	4
1.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	5
1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	6
<b>1.2. A1.....</b>	<b>6</b>
1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	6
1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	7
1.2.3. Descripción del elemento constructivo.....	7
1.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	8
1.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	9
1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	10



# Condensaciones

## ZONA COMÚN HABITABLE

### 1.1. C1

#### 1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

##### 1.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.934 \geq f_{Rsi,min} = 0.755$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

$f_{Rsi}$ : Factor de resistencia superficial interior, calculado como  $(1 - U \cdot R_{si})$ , donde  $U = 0.262 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  y  $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

$f_{Rsi,min}$ : Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de  $\varphi_{si,crit} \leq 0.8$ .

##### 1.1.1.2. Condensación intersticial

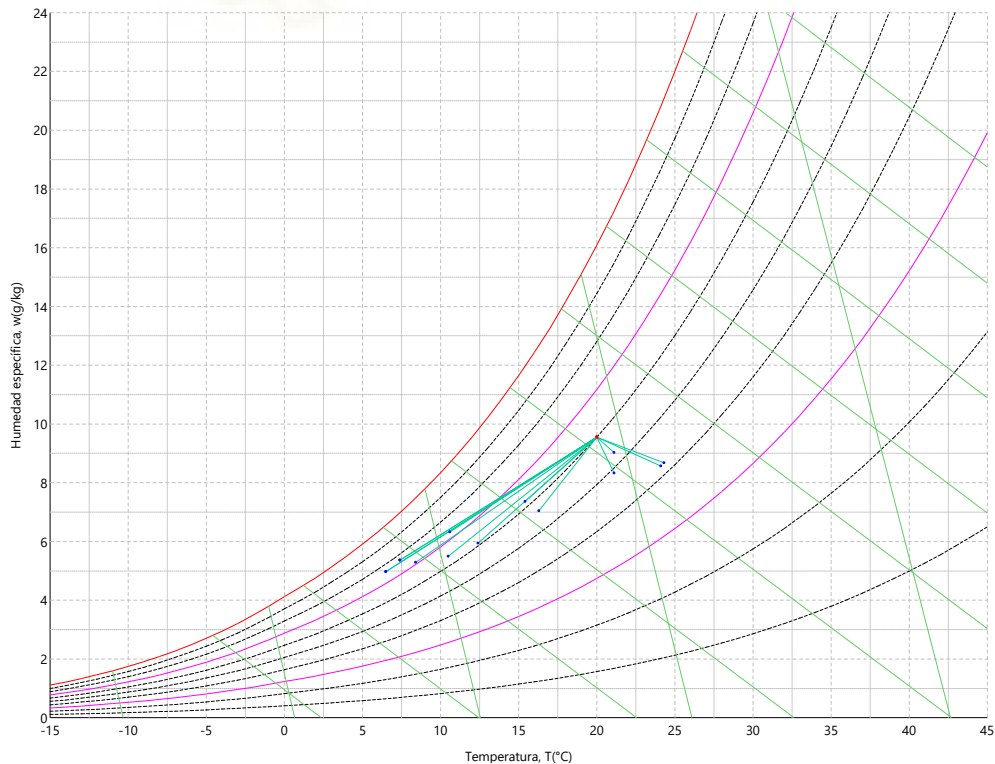
El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

#### 1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Condiciones exteriores</b>													
Temperatura, $\theta_e$	(°C)	6.5	8.4	10.5	12.4	16.3	21.1	24.3	24.1	21.1	15.4	10.6	7.4
Humedad relativa, $\varphi_e$	(%)	76	71	64	61	56	49	42	42	53	62	73	77
<b>Condiciones interiores</b>													
Temperatura, $\theta_i$	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, $\varphi_i$	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

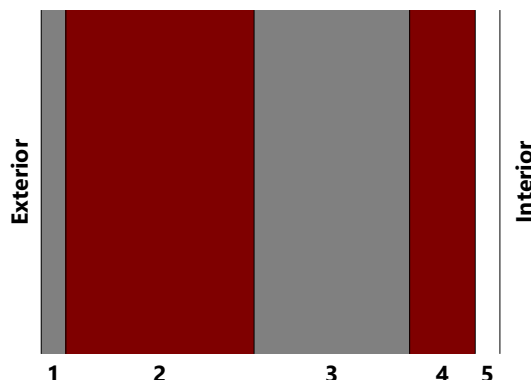
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **738 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



# Condensaciones

## 1.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

C1	e (cm)	$\lambda$ (W/m·K)	R (m <sup>2</sup> ·K/W)	$\mu$	S <sub>d</sub> (m)	
R <sub>se</sub>			0.04			
1	Mortero de cemento	1.5	1.300	0.01154	10	0.15
2	Ladrillo perforado	11.5	0.500	0.23000	10	1.15
3	EPS-Grafipol TR-29 [0,029 [W/mK]] Valero	9.5	0.029	3.27586	40	3.8
4	Ladrillo hueco	4.0	0.400	0.10000	10	0.4
5	Enlucido de yeso	1.5	0.570	0.02632	6	0.09
R <sub>si</sub>			0.13			

donde:

- e: Espesor, cm.
- $\lambda$ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m<sup>2</sup>·K/W.
- $\mu$ : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S<sub>d</sub>: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R<sub>se</sub>: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.
- R<sub>si</sub>: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e <sub>T</sub>	cm	28.0
Resistencia térmica total, R <sub>T</sub>	m <sup>2</sup> ·K/W	3.8137
Espesor de aire equivalente total, S <sub>d,T</sub>	m	5.59
<b>Transmitancia térmica, U</b>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0.262</b>
<b>Factor de resistencia superficial interior, f<sub>Rsi</sub></b>	--	<b>0.934</b>

donde:

- E<sub>T</sub>: Espesor total del elemento, cm.
- R<sub>T</sub>: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R<sub>se</sub> y R<sub>si</sub>, m<sup>2</sup>·K/W.
- S<sub>d,T</sub>: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m<sup>2</sup>·K).
- f<sub>Rsi</sub>: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R<sub>si</sub>), donde U = 0.262 W/m<sup>2</sup>·K y R<sub>si</sub> = 0.25 m<sup>2</sup>·K/W.

## 1.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de  $\phi_{si,cr} \leq 0.8$ .

## Condensaciones

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de  $f_{Rsi,min}$  queda como sigue:

	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_e$ (%)	$\theta_i$ (°C)	$\varphi_i$ (%)	$P_i$ (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
<b>Enero</b>	6.5	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
<b>Febrero</b>	8.4	71.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.715
<b>Marzo</b>	10.5	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
<b>Abril</b>	12.4	61.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
<b>Mayo</b>	16.3	56.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.105
<b>Junio</b>	21.1	49.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Julio</b>	24.3	42.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Agosto</b>	24.1	42.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Septiembre</b>	21.1	53.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Octubre</b>	15.4	62.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.280
<b>Noviembre</b>	10.6	73.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.648
<b>Diciembre</b>	7.4	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.737

\*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que  $\theta_e \geq \theta_i$ .

donde:

$\theta_e$ : Temperatura del aire exterior, °C.

$\varphi_e$ : Humedad relativa del aire exterior, %.

$\theta_i$ : Temperatura del aire interior, °C.

$\varphi_i$ : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

$P_i$ : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$ : Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$ : Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$ : Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que  $f_{Rsi} = 0.934 > f_{Rsi,min} = 0.755$ , no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

### 1.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

#### Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

C1	$\theta$ (°C)	$P_{sat}$ (Pa)	$P_n$ (Pa)	$\varphi$ (%)	$g_c$ (g/(m <sup>2</sup> ·mes))	$M_a$ (g/m <sup>2</sup> )
Aire exterior	<b>6.50</b>	967.476	735.282	<b>76.0</b>		
Cara exterior	6.64	976.961	735.282	75.3	--	--
Interfase 1-2	6.68	979.713	753.177	76.9	--	--
Interfase 2-3	7.50	1035.998	890.372	85.9	--	--
Interfase 3-4	19.09	2208.881	1343.714	60.8	--	--
Interfase 4-5	19.45	2258.097	1391.434	61.6	--	--
Cara interior	19.54	2271.207	1402.171	61.7	--	--
Aire interior	<b>20.00</b>	2336.951	1402.171	<b>60.0</b>		

donde:

$\theta$ : Temperatura, °C.

$P_{sat}$ : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

$P_n$ : Presión del vapor de agua, Pa.

$\varphi$ : Humedad relativa, %.

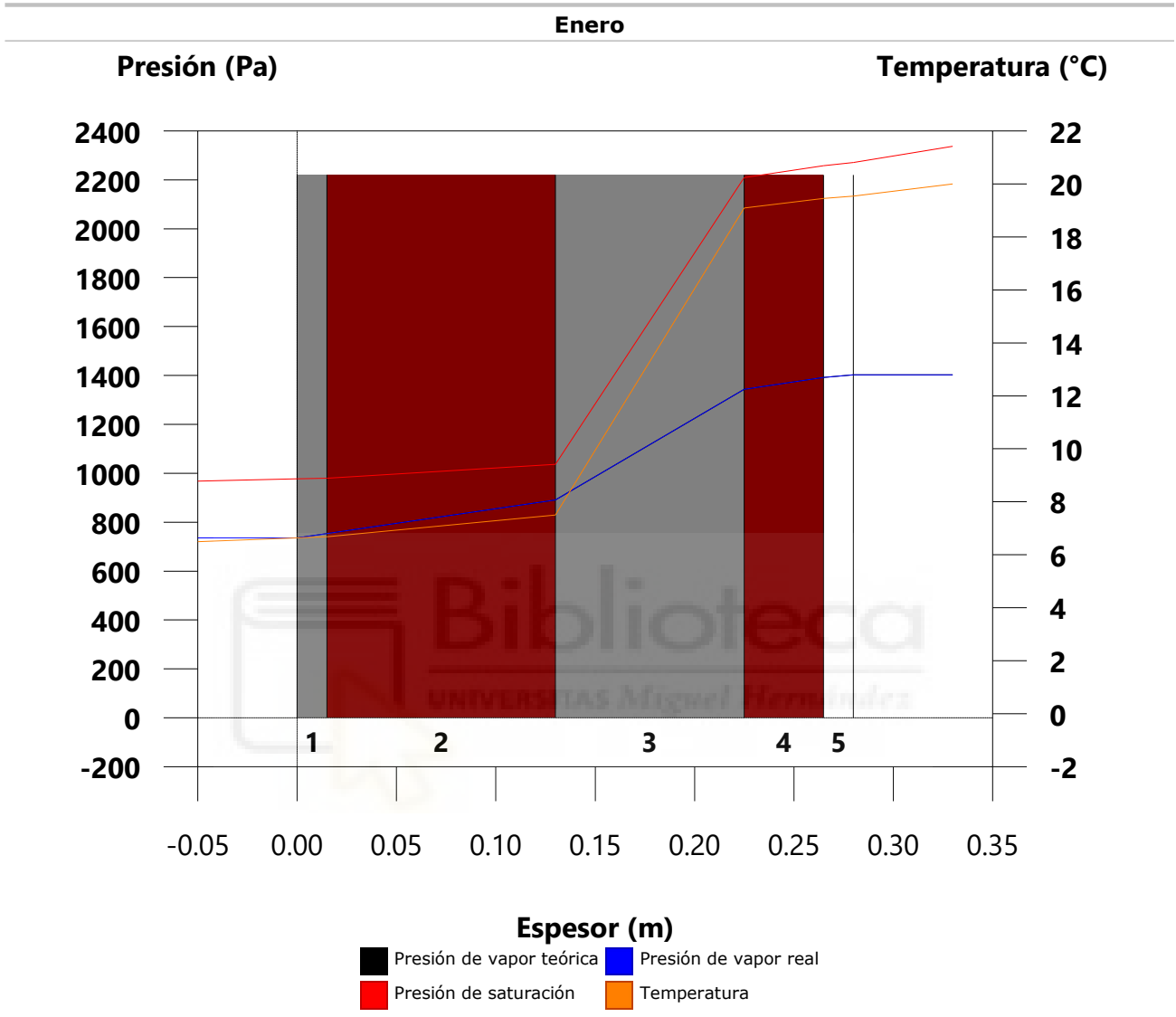
$g_c$ : Densidad de flujo de condensación, g/(m<sup>2</sup>·mes).

# Condensaciones

$M_s$ : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m<sup>2</sup>.

>> Representación gráfica (Enero)

## 1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



## 1.2. A1

### 1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

#### 1.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.949 \geq f_{Rsi,min} = 0.755$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

$f_{Rsi}$ : Factor de resistencia superficial interior, calculado como  $(1 - U \cdot R_{si})$ , donde  $U = 0.206 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  y  $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

$f_{Rsi,min}$ : Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de  $\varphi_{si,crit} \leq 0.8$ .

#### 1.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

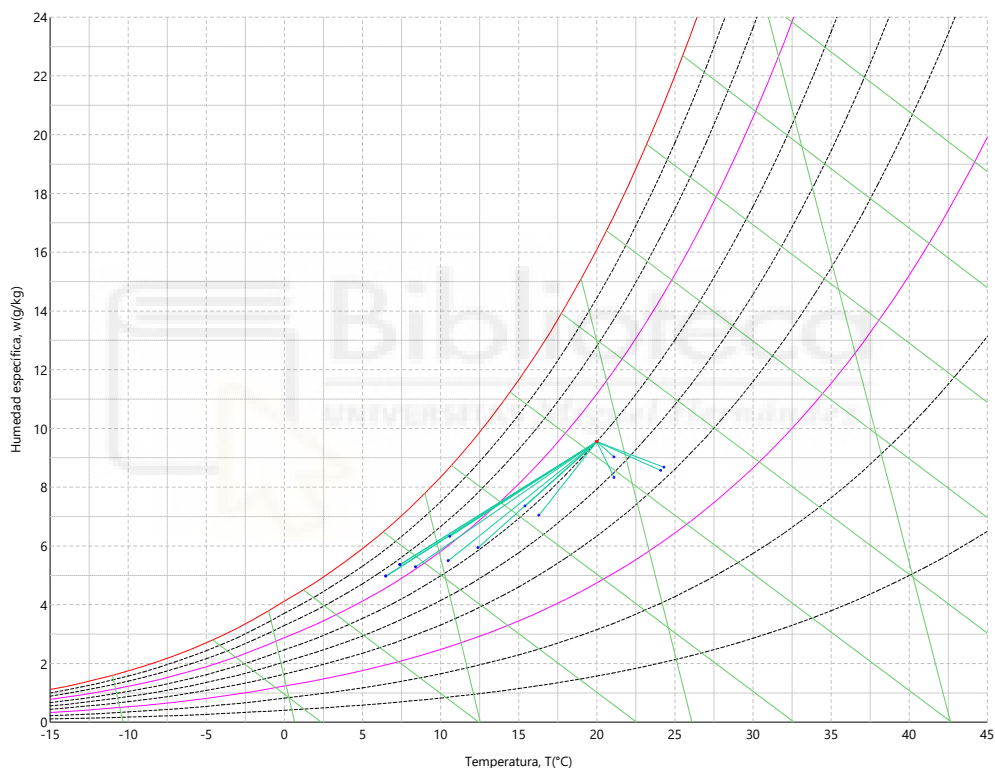
# Condensaciones

## 1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

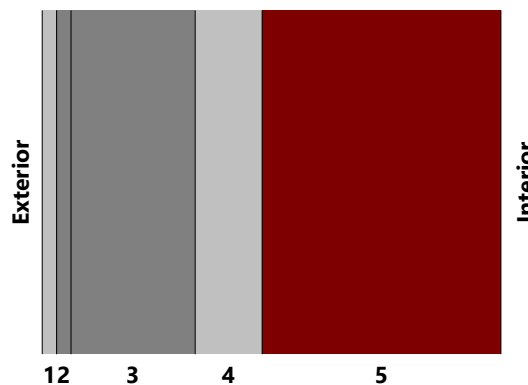
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Condiciones exteriores</b>													
Temperatura, $\theta_e$	(°C)	6.5	8.4	10.5	12.4	16.3	21.1	24.3	24.1	21.1	15.4	10.6	7.4
Humedad relativa, $\varphi_e$	(%)	76	71	64	61	56	49	42	42	53	62	73	77
<b>Condiciones interiores</b>													
Temperatura, $\theta_i$	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, $\varphi_i$	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **738 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



## 1.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de

## Condensaciones

caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

	<b>A1</b>	<b>e</b> (cm)	<b>λ</b> (W/m·K)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> ·K/W)	<b>μ</b>	<b>S<sub>a</sub></b> (m)
<b>R<sub>se</sub></b>				0.04		
1	Plaqueta o baldosa cerámica	1.5	1.000	0.01500	20	0.3
2	Mortero de cemento	1.5	1.300	0.01154	10	0.15
3	EPS-Grafipol Termoimpact [0,029 [W/mK]] Valero	13.0	0.029	4.48276	40	5.2
4	Hormigón con áridos ligeros	7.0	1.150	0.06087	10	0.7
5	Forjado cerámico	25.0	1.670	0.14970	10	2.5
<b>R<sub>si</sub></b>				0.10		

donde:

- e*: Espesor, cm.
- λ*: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R*: Resistencia térmica del material, m<sup>2</sup>·K/W.
- μ*: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S<sub>a</sub>*: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R<sub>se</sub>*: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.
- R<sub>si</sub>*: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m<sup>2</sup>·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

<b>Magnitud</b>	<b>Uds.</b>	<b>Valor</b>
Espesor total del elemento, <i>e<sub>T</sub></i>	cm	48.0
Resistencia térmica total, <i>R<sub>T</sub></i>	m <sup>2</sup> ·K/W	4.8599
Espesor de aire equivalente total, <i>S<sub>d,T</sub></i>	m	8.85
<b>Transmitancia térmica, U</b>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0.206</b>
<b>Factor de resistencia superficial interior, f<sub>Rsi</sub></b>	--	<b>0.949</b>

donde:

- E<sub>T</sub>*: Espesor total del elemento, cm.
- R<sub>T</sub>*: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales *R<sub>se</sub>* y *R<sub>si</sub>*, m<sup>2</sup>·K/W.
- S<sub>d,T</sub>*: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U*: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m<sup>2</sup>·K).
- f<sub>Rsi</sub>*: Factor de resistencia superficial interior, calculado como  $(1 - U \cdot R_{si})$ , donde  $U = 0.206 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  y  $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

### 1.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de  $\phi_{si,cr} \leq 0.8$ .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de  $f_{Rsi,min}$  queda como sigue:

	<b>θ<sub>e</sub></b> (°C)	<b>φ<sub>e</sub></b> (%)	<b>θ<sub>i</sub></b> (°C)	<b>φ<sub>i</sub></b> (%)	<b>P<sub>i</sub></b> (Pa)	<b>P<sub>sat</sub>(θ<sub>si</sub>)</b> (Pa)	<b>θ<sub>si,min</sub></b> (°C)	<b>f<sub>Rsi,min</sub></b>
<b>Enero</b>	6.5	76.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.755
<b>Febrero</b>	8.4	71.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.715
<b>Marzo</b>	10.5	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.651
<b>Abril</b>	12.4	61.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
<b>Mayo</b>	16.3	56.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.105
<b>Junio</b>	21.1	49.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Julio</b>	24.3	42.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Agosto</b>	24.1	42.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Septiembre</b>	21.1	53.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
<b>Octubre</b>	15.4	62.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.280

## Condensaciones

	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_e$ (%)	$\theta_i$ (°C)	$\varphi_i$ (%)	$P_i$ (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
<b>Noviembre</b>	10.6	73.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.648
<b>Diciembre</b>	7.4	77.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.737

\*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que  $\theta_e \geq \theta_i$ .

donde:

$\theta_e$ : Temperatura del aire exterior, °C.

$\varphi_e$ : Humedad relativa del aire exterior, %.

$\theta_i$ : Temperatura del aire interior, °C.

$\varphi_i$ : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

$P_i$ : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$ : Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$ : Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$ : Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que  $f_{Rsi} = 0.949 > f_{Rsi,min} = 0.755$ , no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

### 1.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

#### Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

<b>A1</b>	$\theta$ (°C)	$P_{sat}$ (Pa)	$P_n$ (Pa)	$\varphi$ (%)	$g_c$ (g/(m <sup>2</sup> ·mes))	$M_a$ (g/m <sup>2</sup> )
Aire exterior	<b>6.50</b>	967.476	735.282	<b>76.0</b>		
Cara exterior	6.61	974.912	735.282	75.4	--	--
Interfase 1-2	6.65	977.714	757.888	77.5	--	--
Interfase 2-3	6.68	979.874	769.191	78.5	--	--
Interfase 3-4	19.14	2215.030	1161.036	52.4	--	--
Interfase 4-5	19.31	2238.477	1213.784	54.2	--	--
Cara interior	19.72	2297.069	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	<b>20.00</b>	2336.951	1402.171	<b>60.0</b>		

donde:

$\theta$ : Temperatura, °C.

$P_{sat}$ : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

$P_n$ : Presión del vapor de agua, Pa.

$\varphi$ : Humedad relativa, %.

$g_c$ : Densidad de flujo de condensación, g/(m<sup>2</sup>·mes).

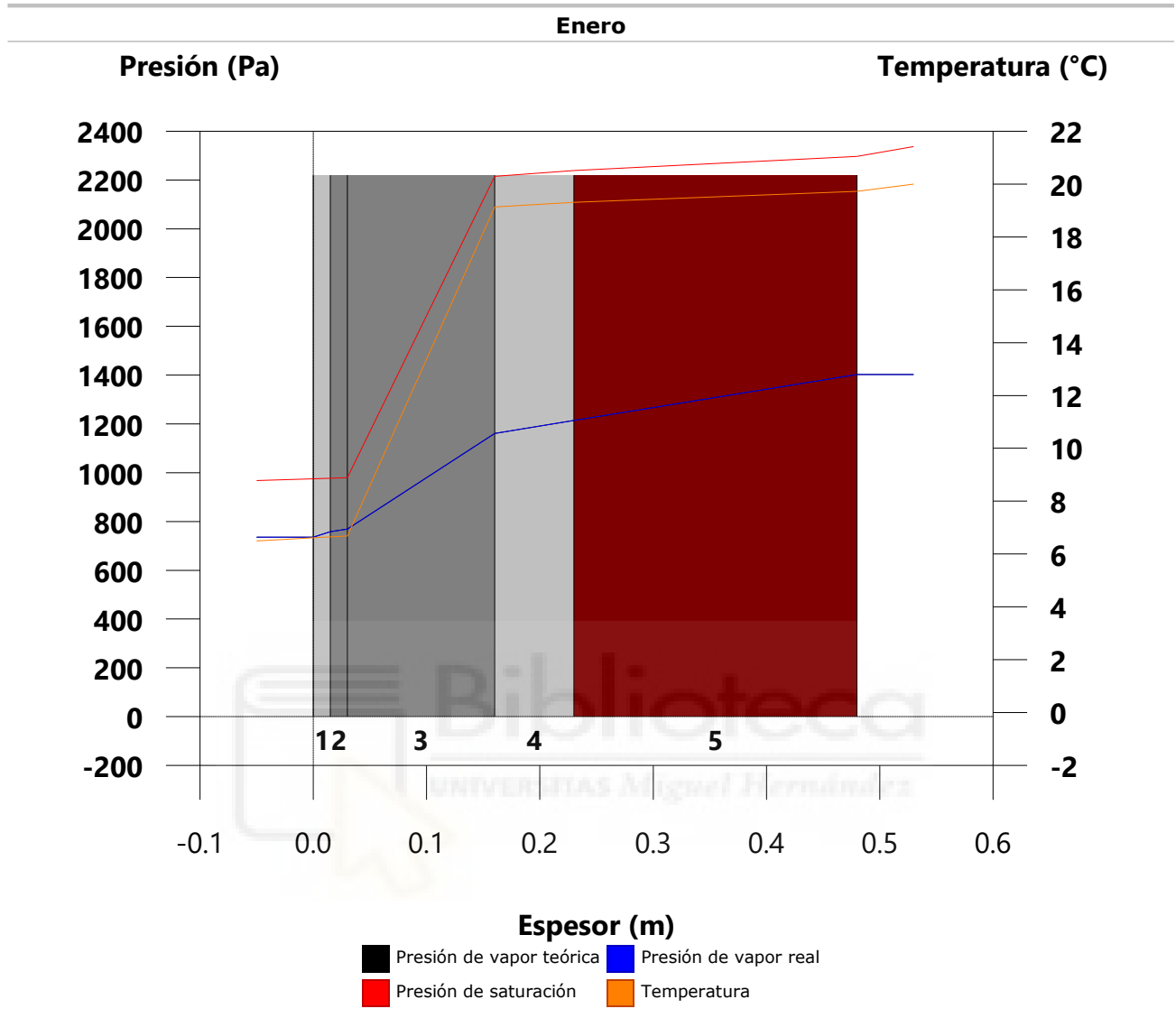
$M_a$ : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m<sup>2</sup>.

>> Representación gráfica (Enero)



# Condensaciones

## 1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



## ANEXO VIII

# DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE LA MAE 2



# Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

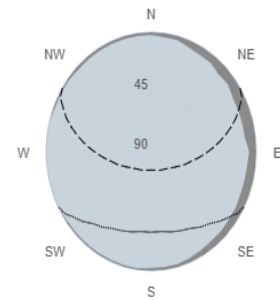
## Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 37.183,-3.602  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 10.92 kWp  
 Pérdidas sistema: 15 %

## Resultados de la simulación

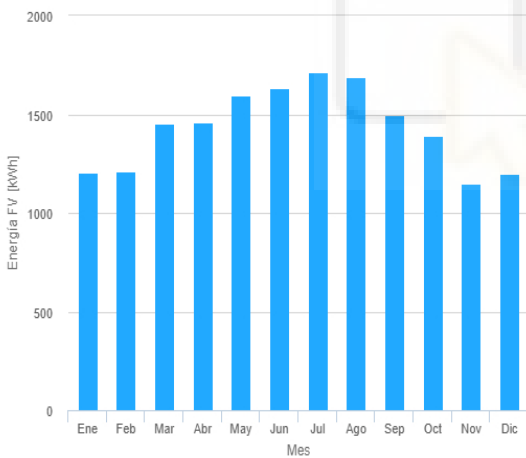
Ángulo de inclinación: 33 °  
 Ángulo de azimut: 0 °  
 Producción anual FV: 17196.27 kWh  
 Irradiación anual: 2178.12 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 559.19 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -2.53 %  
 Efectos espectrales: 0.7 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -13.34 %  
 Pérdidas totales: -27.7 %

## Perfil del horizonte en la localización seleccionada

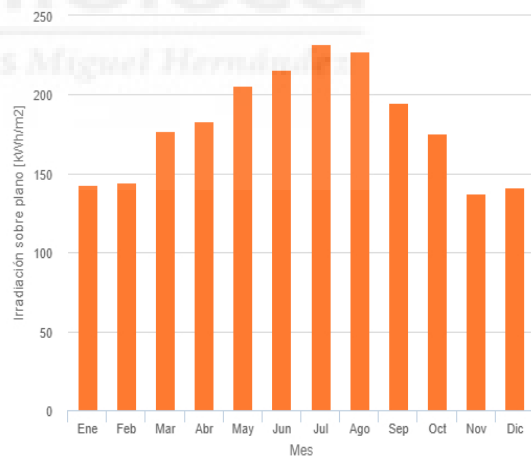


■ Altura del horizonte  
 - - Elevación solar, Junio  
 - - Elevación solar, Diciembre

## Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



## Irradiación mensual sobre plano fijo:



## Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	1207.8	142.6	192.3
Febrero	1210.5	144.8	211.9
Marzo	1452.5	176.7	193.3
Abril	1461.6	183.1	126.8
Mayo	1596.6	205.4	127.7
Junio	1631.6	216.0	50.2
Julio	1712.4	232.2	41.4
Agosto	1687.9	227.5	45.9
Septiembre	1498.2	195.1	88.6
Octubre	1389.9	175.1	112.4
Noviembre	1146.6	137.8	152.6
Diciembre	1200.6	141.7	133.2

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

ANEXO IX

ESTUDIO ECÓNOMICO



## **Estudio de medidas de mejora**



## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN DE RESULTADOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANÁLISIS ENERGÉTICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Edificio base con mejoras en la iluminación.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas         fotovoltaicas en la cubierta.....</b>	<b>7</b>
<b>3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Costes y subvenciones.....</b>	<b>9</b>
3.1.1. Situación inicial.....	9
3.1.2. Edificio base con mejoras en la iluminación.....	9
3.1.3. Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta.....	9
3.1.4. Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta.....	10
<b>3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Análisis dinámico de la recuperación de la inversión: VAN.....</b>	<b>12</b>
3.3.1. Edificio base con mejoras en la iluminación.....	13
3.3.2. Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta.....	15
3.3.3. Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta.....	17



# 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)	VAN (año)	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m <sup>2</sup> )	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )
Situación inicial	0.00	3936.54	0.00	0.00	0.00	80.66	13.66
Edificio base con mejoras en la iluminación	7210.00	1676.46	2160.08	3.34	3.20	34.34	5.83
Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	8034.00	1370.83	2365.71	3.40	3.25	10.58	1.79
Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	15392.00	419.12	3217.43	4.78	4.47	0.00	0.00



# Estudio de medidas de mejora

## 2. ANÁLISIS ENERGÉTICO

	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m <sup>2</sup> )
Situación inicial	80.66
Edificio base con mejoras en la iluminación	34.34
Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	10.58
Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	0.00



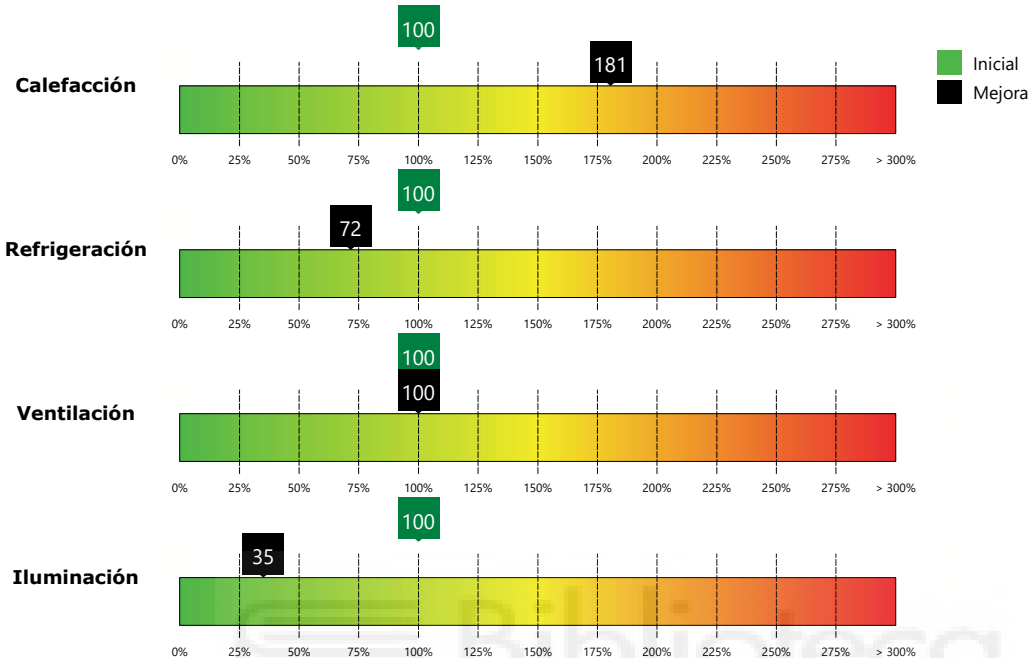


# Estudio de medidas de mejora

## 2.1. Edificio base con mejoras en la iluminación

Se ha cambiado la altura de las luminarias en el edificio, además de cambiar el modelo de estas, poniendo un modelo LED de última generación de la compañía Philips.

Modelo: PHILIPS TBS165 K 4X14W C6 TL5/830 HFP



Superficie(Inicial):  
476.81 m<sup>2</sup>  
Superficie(Mejora):  
476.81 m<sup>2</sup>

### Ahorro energético anual

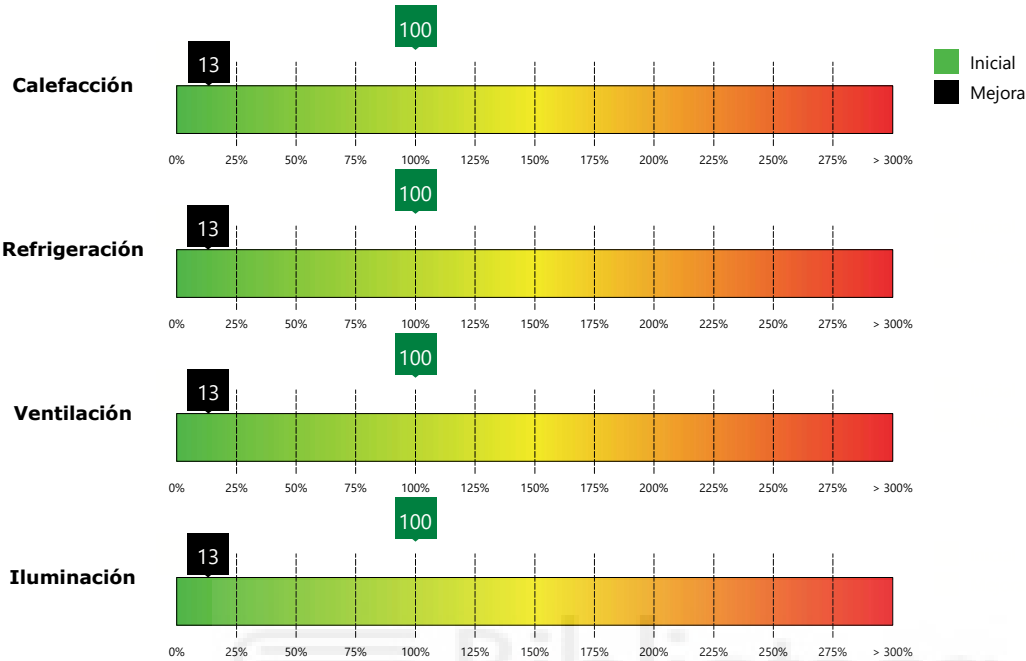
Instalaciones	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m <sup>2</sup> ·año	%	kWh/m <sup>2</sup> ·año	%	kWh/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año
Calefacción	1.49	1.85	2.69	7.83	-1.20	0.15	0.28	-0.12
Refrigeración	8.64	10.71	6.19	18.03	2.45	0.88	0.63	0.25
Ventilación	1.21	1.50	1.21	3.52	0.00	0.12	0.12	0.00
Iluminación	69.32	85.94	24.25	70.62	45.07	7.10	2.48	4.61
<b>Total</b>	<b>80.66</b>	<b>100.00</b>	<b>34.34</b>	<b>100.00</b>	<b>46.32</b>	<b>8.26</b>	<b>3.52</b>	<b>4.74</b>

# Estudio de medidas de mejora

## 2.2. Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta

Se ha realizado una instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta del edificio.

Con un total de 24 módulos.



Superficie(Inicial):  
476.81 m<sup>2</sup>  
Superficie(Mejora):  
476.81 m<sup>2</sup>

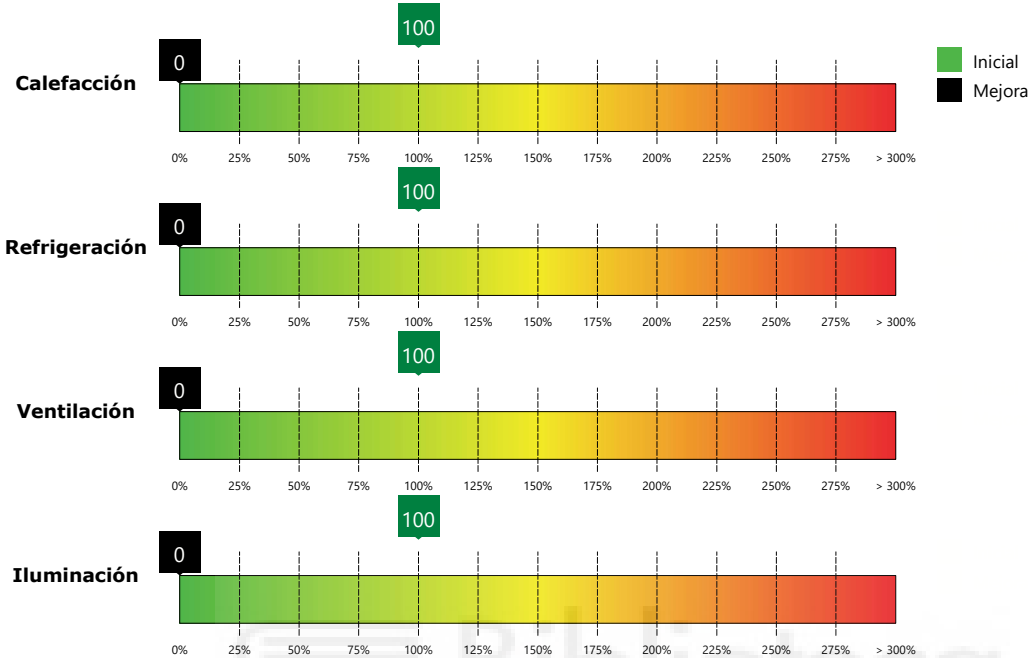
### Ahorro energético anual

Instalaciones	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m <sup>2</sup> ·año	%	kWh/m <sup>2</sup> ·año	%	kWh/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año
Calefacción	1.49	1.85	0.20	1.89	1.29	0.15	0.05	0.10
Refrigeración	8.64	10.71	1.13	10.68	7.51	0.88	0.31	0.58
Ventilación	1.21	1.50	0.16	1.51	1.05	0.12	0.04	0.08
Iluminación	69.32	85.94	9.09	85.92	60.23	7.10	2.47	4.63
<b>Total</b>	<b>80.66</b>	<b>100.00</b>	<b>10.58</b>	<b>100.00</b>	<b>70.08</b>	<b>8.26</b>	<b>2.88</b>	<b>5.38</b>

## Estudio de medidas de mejora

### 2.3. Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta

En esta medida, se han complementado las dos mejoras anteriormente indicadas. Se ha llevado a cabo la mejora en la iluminación y la instalación de los módulos fotovoltaicos.



Superficie(Inicial):  
476.81 m<sup>2</sup>  
Superficie(Mejora):  
476.81 m<sup>2</sup>

Ahorro energético anual								
Instalaciones	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m <sup>2</sup> ·año	%	kWh/m <sup>2</sup> ·año	%	kWh/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año	EUR/m <sup>2</sup> ·año
Calefacción	1.49	1.85	0.00	0.00	1.49	0.15	0.07	0.08
Refrigeración	8.64	10.71	0.00	0.00	8.64	0.88	0.16	0.73
Ventilación	1.21	1.50	0.00	0.00	1.21	0.12	0.03	0.09
Iluminación	69.32	85.94	0.00	0.00	69.32	7.10	0.62	6.48
<b>Total</b>	<b>80.66</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	<b>80.66</b>	<b>8.26</b>	<b>0.88</b>	<b>7.38</b>

## Estudio de medidas de mejora

### 3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS

Medidas de mejora	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste anual de la energía (EUR)	Ahorro neto anual (EUR)	Recuperación de la inversión (año)	VAN (año)
Situación inicial	0.00	3936.54	0.00	0.00	0.00
Edificio base con mejoras en la iluminación	7210.00	1676.46	2160.08	3.34	3.20
Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	8034.00	1370.83	2365.71	3.40	3.25
Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	15392.00	419.12	3217.43	4.78	4.47

#### Plazo de recuperación de la inversión



# Estudio de medidas de mejora

## 3.1. Costes y subvenciones

### 3.1.1. Situación inicial

#### 3.1.1.1. Coste total de la inversión

Descripción	Importe (EUR)
Costes directos	0.00
Costes asociados	0.00
<b>Total</b>	<b>0.00</b>

### 3.1.2. Edificio base con mejoras en la iluminación

#### 3.1.2.1. Presupuesto de ejecución

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Total (EUR)
Coste luminarias	1	70.00	100.00	7000.00
<b>Total</b>				<b>7000.00</b>

#### 3.1.2.2. Costes asociados

Descripción	%	Importe (EUR)
Costes indirectos	3.00	210.00
<b>Total</b>		<b>210.00</b>

#### 3.1.2.3. Coste total de la inversión

Descripción	Importe (EUR)
Costes directos	7000.00
Costes asociados	210.00
<b>Total</b>	<b>7210.00</b>

#### 3.1.2.4. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/año)
Costes mantenimiento	100.00
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

### 3.1.3. Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta

#### 3.1.3.1. Presupuesto de ejecución

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Total (EUR)
Módulos	1	24.00	200.00	4800.00
Cables	1	1.00	1000.00	1000.00
Inversor	1	1.00	2000.00	2000.00
<b>Total</b>				<b>7800.00</b>

## Estudio de medidas de mejora

### 3.1.3.2. Costes asociados

Descripción	%	Importe (EUR)
Costes indirectos	3.00	234.00
<b>Total</b>		<b>234.00</b>

### 3.1.3.3. Coste total de la inversión

Descripción	Importe (EUR)
Costes directos	7800.00
Costes asociados	234.00
<b>Total</b>	<b>8034.00</b>

### 3.1.3.4. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/año)
Costes de mantenimiento	200.00
<b>Total</b>	<b>200.00</b>

### 3.1.4. Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta

#### 3.1.4.1. Presupuesto de ejecución

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Total (EUR)
Luminarias	1	70.00	100.00	7000.00
Módulos	1	24.00	200.00	4800.00
Cables	1	1.00	1000.00	1000.00
Inversor	1	1.00	2000.00	2000.00
<b>Total</b>				<b>14800.00</b>

#### 3.1.4.2. Costes asociados

Descripción	%	Importe (EUR)
Costes indirectos	4.00	592.00
<b>Total</b>		<b>592.00</b>

#### 3.1.4.3. Coste total de la inversión

Descripción	Importe (EUR)
Costes directos	14800.00
Costes asociados	592.00
<b>Total</b>	<b>15392.00</b>

## Estudio de medidas de mejora

### 3.1.4.4. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/año)
Costes de mantenimiento	300.00
<b>Total</b>	<b>300.00</b>

### 3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión

El plazo de recuperación de la inversión, indicado en años, se obtiene dividiendo el coste neto de la inversión por el ahorro neto anual generado por la medida de mejora

$$\text{Tiempo de retorno} = \frac{\Delta \text{Coste neto de la inversión}}{\text{Ahorro neto anual}}$$

El coste neto de la inversión corresponde a la suma de los costes de las medidas de mejora, restando las subvenciones y ayudas que se pueden obtener.

$$\text{Coste neto de la inversión} = \text{Coste de la inversión} - \text{Subvenciones y ayudas}$$

El ahorro neto anual corresponde al ahorro energético generado por la medida de mejora, del cual es necesario restar el coste anual de mantenimiento.

$$\text{Ahorro neto anual} = \text{Ahorro anual} - \Delta \text{Coste anual de mantenimiento}$$

	Coste neto de la inversión				Ahorro neto anual				Plazo de recuperación de la inversión (año)
	Coste (EUR)	Subvenciones (EUR)	Neto resultante (EUR)	Diferencia (EUR)	Coste de la energía (EUR/año)	Ahorro energético (EUR/año)	Mantenimiento (EUR/año)	Ahorro neto (EUR/año)	
Situación inicial	0.00	0.00	0.00	0.00	3936.54	0.00	0.00	0.00	0.00
Edificio base con mejoras en la iluminación	7210.00	0.00	7210.00	7210.00	1676.46	2260.08	100.00	2160.08	3.34
Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	8034.00	0.00	8034.00	8034.00	1370.83	2565.71	200.00	2365.71	3.40
Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta	15392.00	0.00	15392.00	15392.00	419.12	3517.43	300.00	3217.43	4.78

### Recuperación de la inversión



## Estudio de medidas de mejora

### 3.3. Análisis dinámico de la recuperación de la inversión: VAN

Se ha utilizado el Valor Actual Neto (VAN) como criterio dinámico de valoración de la inversión, con el objetivo de determinar el plazo de recuperación de la inversión de una forma más ajustada a la realidad.

Este criterio está basado en la determinación de los beneficios futuros a partir de la variación de los tipos de interés en el tiempo y de los flujos de caja generados por el proyecto. El resultado se indica como la diferencia entre los beneficios futuros y el coste neto de la inversión.

$$\text{VAN} = \text{Ahorros futuros actualizados} - \Delta \text{Coste neto de la inversión}$$

Los ahorros futuros actualizados han sido determinados teniendo en cuenta el incremento de los costes de la energía y de la tasa de descuento, mediante la actualización de los flujos de caja de la inversión.

Han sido considerados como flujos positivos todos los beneficios generados como resultado de la mejora de la eficiencia energética del edificio, y como flujos negativos todos los costes derivados del mantenimiento correspondiente a las medidas de mejora introducidas en el proyecto.

La tasa de descuento definida en el proyecto corresponde a la diferencia entre el tipo de interés nominal y la inflación.

$$\text{Ahorros futuros actualizados} = \text{Ahorro energético actualizado} - \text{Gastos de mantenimiento actualizados}$$

El ahorro energético actualizado se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Ahorro energético actualizado} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(1 + \Delta P_{\text{energía}})}{(1 + T_{\text{descuento}})} \right]^i \times \text{Ahorro energético anual}$$

$\Delta P_{\text{Energía}}$ : Incremento anual del coste de la energía

$T_{\text{descuento}}$ : Tasa de descuento (Tipo de interés nominal - inflación prevista)

El coste de mantenimiento actualizado se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Gastos de mantenimiento actualizados} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(1 + T_{\text{inflación}})}{(1 + T_{\text{interés}})} \right]^i \times \Delta \text{Gasto anual de mantenimiento}$$

$T_{\text{inflación}}$ : Inflación prevista

$T_{\text{intereses}}$ : Tipo de interés nominal

El cálculo dinámico (VAN) determina el coste neto de la inversión como el sumatorio de los costes de las medidas de mejora menos el importe de las subvenciones y deducciones relacionadas con dichas medidas de mejora.

$$\text{Coste neto de la inversión} = \text{Coste de la inversión} - \text{Subvenciones y ayudas}$$

Incremento anual del coste de la energía	3.00%
Tasa de descuento	-0.50%
Inflación prevista	2.00%
Tipo de interés nominal	1.50%

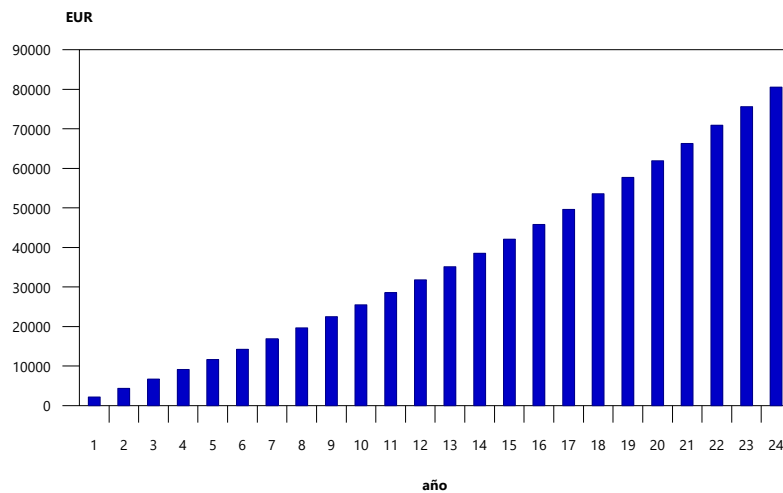


## Estudio de medidas de mejora

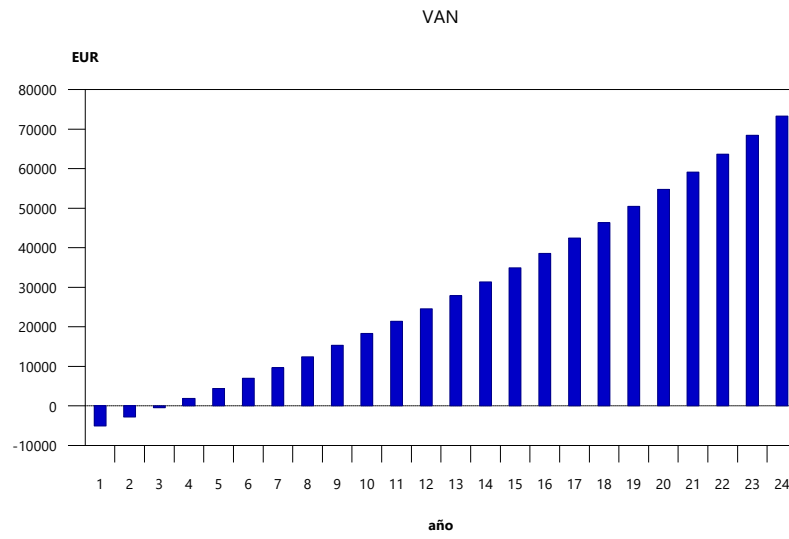
### 3.3.1. Edificio base con mejoras en la iluminación

Plazo (año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
0	2160.08	0.00	100.00	0.00	-7210.00
1	2239.09	2160.08	100.49	100.00	-5049.92
2	2320.89	4399.17	100.99	200.49	-2810.83
3	2405.58	6720.06	101.49	301.48	-489.94
4	2493.27	9125.64	101.99	402.97	1915.64
5	2584.06	11618.91	102.49	504.95	4408.91
6	2678.06	14202.97	102.99	607.44	6992.97
7	2775.37	16881.03	103.50	710.43	9671.03
8	2876.13	19656.40	104.01	813.93	12446.40
9	2980.45	22532.53	104.52	917.94	15322.53
10	3088.45	25512.98	105.04	1022.46	18302.98
11	3200.27	28601.43	105.55	1127.50	21391.43
12	3316.03	31801.70	106.07	1233.05	24591.70
13	3435.88	35117.73	106.60	1339.13	27907.73
14	3559.97	38553.61	107.12	1445.72	31343.61
15	3688.43	42113.58	107.65	1552.84	34903.58
16	3821.44	45802.02	108.18	1660.49	38592.02
17	3959.13	49623.45	108.71	1768.67	42413.45
18	4101.68	53582.58	109.25	1877.39	46372.58
19	4249.27	57684.27	109.79	1986.63	50474.27
20	4402.06	61933.54	110.33	2096.42	54723.54
21	4560.25	66335.60	110.87	2206.75	59125.60
22	4724.01	70895.84	111.42	2317.62	63685.84
23	4893.55	75619.85	111.97	2429.04	68409.85
24	5069.07	80513.41	112.52	2541.00	73303.41

Ahorros futuros



# Estudio de medidas de mejora

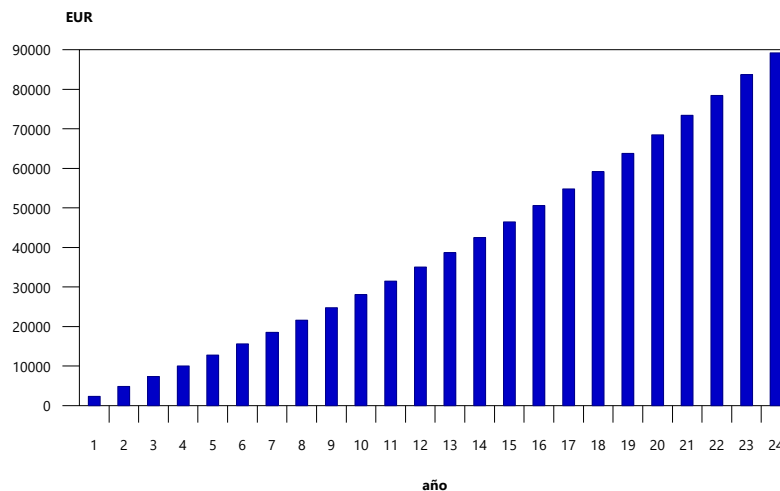


## Estudio de medidas de mejora

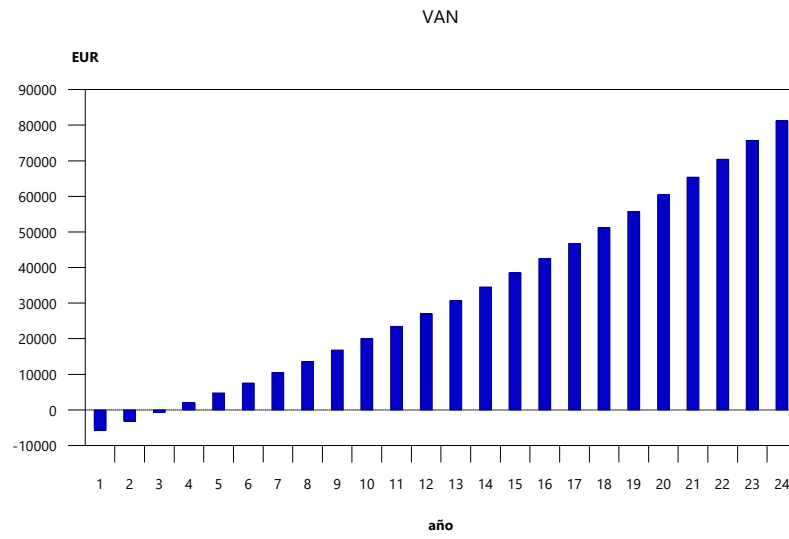
### 3.3.2. Edificio base con instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta

Plazo (año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
0	2365.71	0.00	200.00	0.00	-8034.00
1	2454.98	2365.71	200.99	200.00	-5668.29
2	2547.42	4820.70	201.98	400.99	-3213.30
3	2643.13	7368.11	202.97	602.96	-665.89
4	2742.25	10011.25	203.97	805.93	1977.25
5	2844.88	12753.49	204.97	1009.90	4719.49
6	2951.15	15598.37	205.98	1214.88	7564.37
7	3061.19	18549.52	207.00	1420.86	10515.52
8	3175.13	21610.71	208.02	1627.86	13576.71
9	3293.11	24785.85	209.04	1835.88	16751.85
10	3415.28	28078.96	210.07	2044.92	20044.96
11	3541.77	31494.24	211.11	2255.00	23460.24
12	3672.74	35036.00	212.15	2466.10	27002.00
13	3808.35	38708.74	213.19	2678.25	30674.74
14	3948.76	42517.08	214.24	2891.45	34483.08
15	4094.14	46465.84	215.30	3105.69	38431.84
16	4244.67	50559.98	216.36	3320.99	42525.98
17	4400.52	54804.64	217.43	3537.35	46770.64
18	4561.89	59205.16	218.50	3754.77	51171.16
19	4728.97	63767.05	219.57	3973.27	55733.05
20	4901.95	68496.02	220.65	4192.84	60462.02
21	5081.06	73397.97	221.74	4413.50	65363.97
22	5266.50	78479.03	222.83	4635.24	70445.03
23	5458.49	83745.53	223.93	4858.07	75711.53
24	5657.27	89204.02	225.03	5082.00	81170.02

Ahorros futuros



# Estudio de medidas de mejora

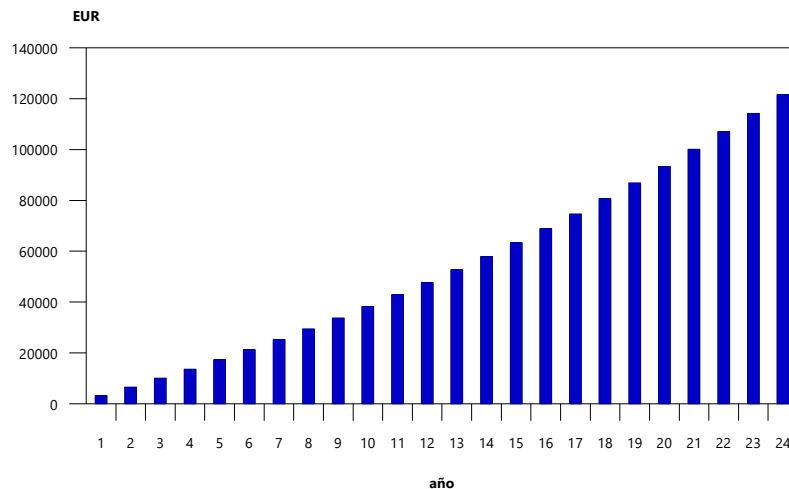


## Estudio de medidas de mejora

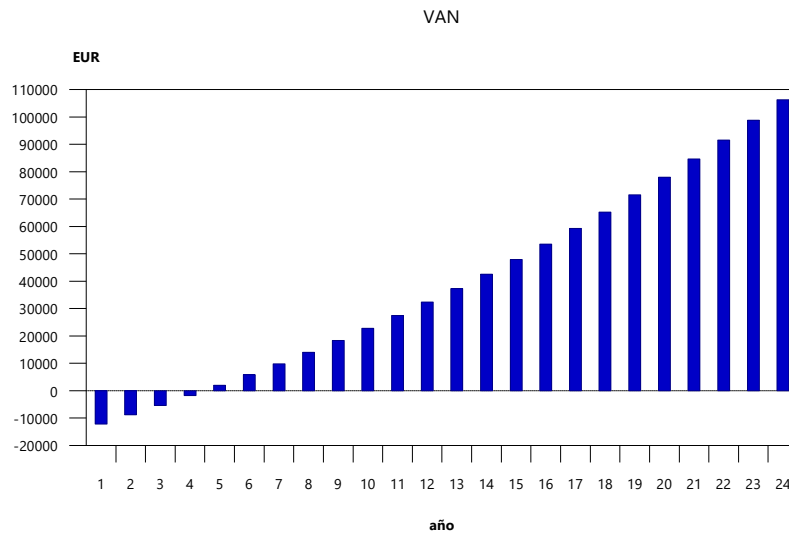
### 3.3.3. Edificio base con mejoras en la iluminación e instalación de placas fotovoltaicas en la cubierta

Plazo (año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
0	3217.43	0.00	300.00	0.00	-15392.00
1	3339.68	3217.43	301.48	300.00	-12174.57
2	3466.27	6557.11	302.96	601.48	-8834.89
3	3597.37	10023.38	304.46	904.44	-5368.62
4	3733.12	13620.75	305.96	1208.90	-1771.25
5	3873.69	17353.87	307.46	1514.85	1961.87
6	4019.25	21227.55	308.98	1822.31	5835.55
7	4169.98	25246.80	310.50	2131.29	9854.80
8	4326.05	29416.78	312.03	2441.79	14024.78
9	4487.66	33742.83	313.57	2753.82	18350.83
10	4655.01	38230.50	315.11	3067.38	22838.50
11	4828.28	42885.50	316.66	3382.49	27493.50
12	5007.70	47713.78	318.22	3699.16	32321.78
13	5193.48	52721.49	319.79	4017.38	37329.49
14	5385.84	57914.96	321.37	4337.17	42522.96
15	5585.01	63300.80	322.95	4658.53	47908.80
16	5791.23	68885.81	324.54	4981.48	53493.81
17	6004.76	74677.04	326.14	5306.02	59285.04
18	6225.85	80681.80	327.74	5632.16	65289.80
19	6454.77	86907.66	329.36	5959.90	71515.66
20	6691.78	93362.42	330.98	6289.26	77970.42
21	6937.18	100054.20	332.61	6620.25	84662.20
22	7191.27	106991.39	334.25	6952.86	91599.39
23	7454.34	114182.65	335.90	7287.11	98790.65
24	7726.71	121636.99	337.55	7623.01	106244.99

Ahorros futuros



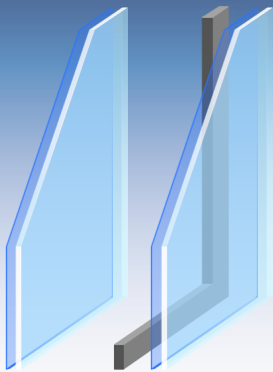
## Estudio de medidas de mejora



# ANEXO X

## FICHAS TÉCNICAS DE LOS DISPOSITIVOS EMPLEADOS





Acristalamiento 1	BIOCLEAN II PLANICLEAR 4 mm T
Cámara 1	Argon 85% 10 mm
Acristalamiento 2	ECLAZ ONE II PLANICLEAR 6 mm T

Nombre: Aaron Guil Cordoba

País: Spain

Notas:

### FACTORES LUMINOSOS

EN410 (2011-04)

Trans. Luminosa (TL)	76 %
Reflexión exterior (RLe)	18 %
Reflexión interior (RLi)	20 %

### TRANS. TÉRMICA

EN673-2011

Ug	1.4 W/(m².K)
respecto de pos. vertical	0 °

### DIMENSIONES DE FABRICACIÓN

Espesor nominal	20.00 mm
Peso	25.0 kg/m²

### ACÚSTICA

EN 12758

Valores acústicos según EN 12758 y cuerpo notificado

Rw (C;Ctr)	33 (-1; -3) dB
STC (ASTM E413)	N/A
OITC (ASTM E1332)	N/A

### SEG.DE USO

EN 12600

Resistencia a Impacto de Cuerpo Pendular	NPD
--	-----

### FACTORES ENERGÉTICOS

EN410 (2011-04)

Transmisión energética (TE)	51 %
Refl. energ. exterior (Ree)	35 %
Refl. energ. interior (Rei)	33 %
Absorción energ. A1 (AE1)	6 %
Absorción energ. A2 (AE2)	8 %

### FACTORES SOLARES

EN410 (2011-04)

Factor Solar (g)	0.58
Coef. de Sombra (SC)	0.66

### INDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR

Transmisión Luminosa (Ra)	98
Reflexión exterior (Ra)	91

### NIVEL DE RESISTENCIA ANTIAGRESIÓN

EN 356

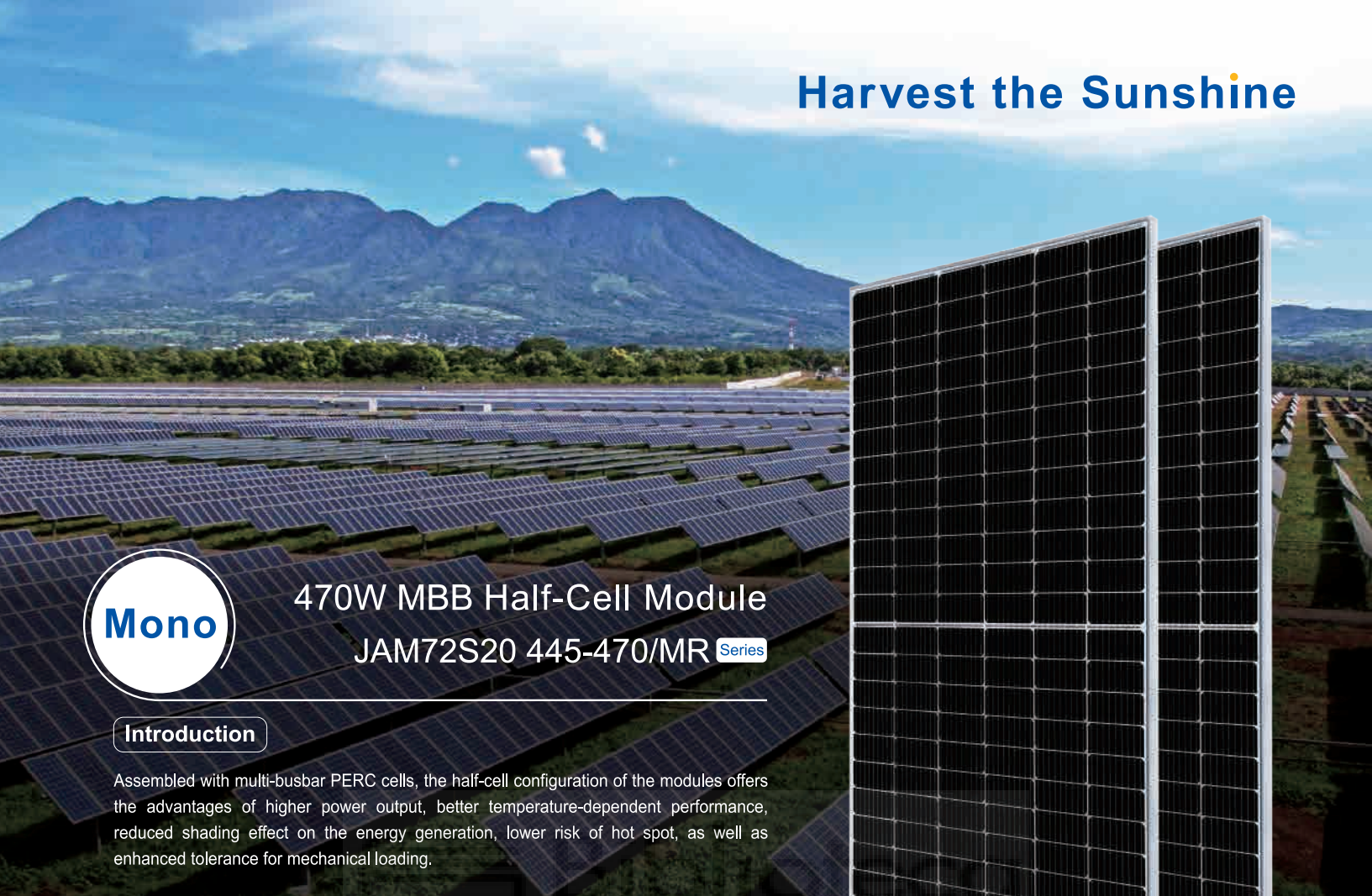
Nivel de Resistencia Antiagresión	NPD
-----------------------------------	-----

### HUELLA DE CARBONO

EN 15804+A2

Potencial de Calentamiento Global (kg, CO <sub>2</sub> equiv/m²) Media Europea	50.56
---	-------





## 470W MBB Half-Cell Module JAM72S20 445-470/MR Series

### Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

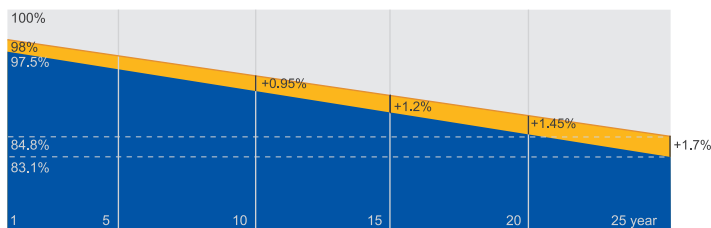


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



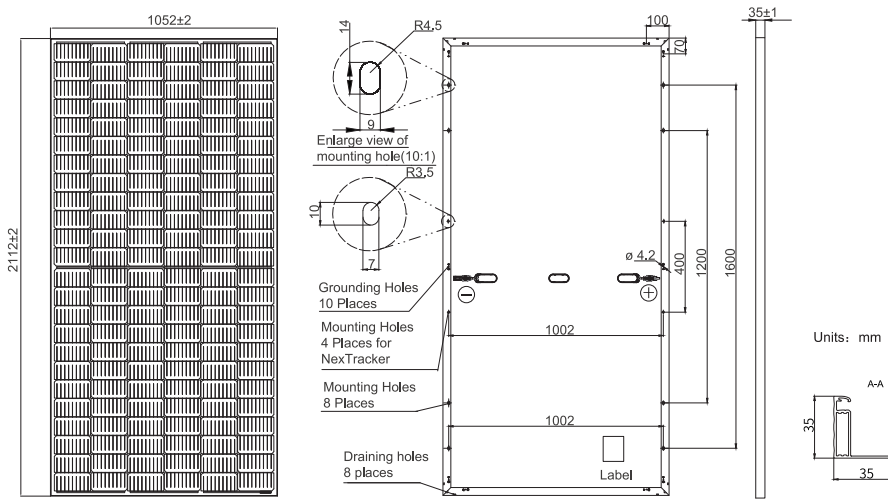
■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



**MECHANICAL DIAGRAMS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

**SPECIFICATIONS**

Cell	Mono
Weight	24.7kg±3%
Dimensions	2112±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/pallet 682pcs/40ft Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance				0~+5W		
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )				+0.044%/°C		
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )				-0.272%/°C		
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )				-0.350%/°C		
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	336	340	344	348	352	355
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	47.84
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	40.10
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	9.42
Max Power Current(Imp) [A]	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	8.86
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

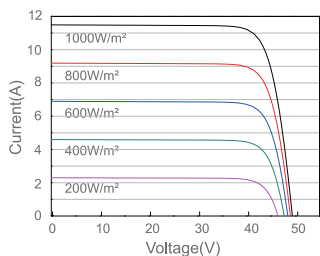
\*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

**OPERATING CONDITIONS**

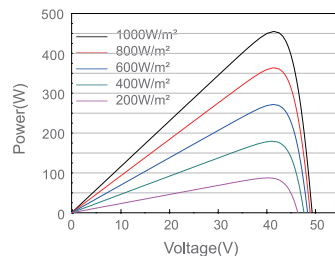
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa(112 lb/ft <sup>2</sup> )
Maximum Static Load,Back*	2400Pa(50 lb/ft <sup>2</sup> )
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

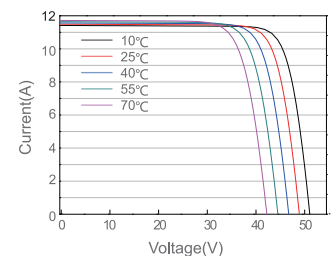
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



# ECOEVO 2 EC

UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE CALOR CON O SIN CONTROL



Recuperador de alta eficiencia con by Pass

QE

2 Niveles de filtración

## DESCRIPCIÓN

Las unidades de recuperación de calor ECOEVO 2 EC son equipos insonorizados, de instalación interior o exterior, con paneles laterales desmontables para tener un fácil acceso a su interior. Están disponibles con diferentes accesorios y configuraciones. De serie con interruptor de corte general en la unidad base o cuadro eléctrico con interruptor de corte general en la versión con control Smart Evolution.

### ACCESORIOS P/ UNIDAD BASE

#### ELÉCTRICOS MONTADOS

Caudal Constante  
Controlo de CO<sub>2</sub>

#### ELÉCTRICOS NO MONTADOS

Regulador de caudal 0-10V  
Interruptor Marcha - Paro  
Presostato diferencial de aire

## ACCESORIOS

Filtro  
Visera  
Tejadillo intemperie

### ACCESORIOS P/ UNIDAD CON CONTROL

#### ELÉCTRICOS MONTADOS

Caudal Constante  
Control de CO<sub>2</sub>

## VERSIONES

Base  
Con control Smart Evolution  
8 Tamaños  
Horizontal y Vertical  
Módulos de climatización

# ECOevo 2 EC

UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE CALOR CON O SIN CONTROL

## ESTRUCTURA

Estructura modular en perfil de aluminio extruido, según DIN 17615, de 30 mm y cantoneras de nailon reforzado. Paneles de doble pared de 25 mm de espesor, con la cara exterior en chapa de acero con epoxi poliéster (RAL 9010) según EN 10327, con película protectora, la cara interior en chapa de acero galvanizado según EN 10192. El aislamiento intermedio de los paneles está formado por placas de poliestireno auto-extinguible de 25 mm de espesor, con una densidad de 30 kg / m<sup>3</sup>, lo que ofrece una elevada resistencia ante las diferentes condiciones mecánicas.

## RECUPERADOR DE CALOR

Los recuperadores de calor son del tipo de flujos paralelos de alta eficiencia con by-pass, permiten la recuperación de calor sensible del aire de extracción para la insuflación con eficiencias de hasta el 75% (certificado por Eurovent). Están construidas con placas de aluminio estampado, con doble solapa en las zonas de interconexión de las placas que garantizan una estanqueidad hasta 1500 Pa.

## VENTILADORES

Ventiladores centrifugos, con turbina de alta eficiencia, de doble aspiración, con alabes hacia delante, equilibrados estática y dinámicamente, según ISO 1940 y AMCA204-G2.5. Accionados directamente por motores de rotor interno, monofásicos de conmutación electrónica (EC), de alta eficiencia, aislamiento clase F, con protección mecánica IP 55.

## FILTRO

Pueden tener filtros de clase M5/ePM10 50%, F7/ePM1 50% y F9/ePM1 80% según norma EN 779 y ISO 16890. Los filtros se montan sobre raíles diseñados para mantener valores de fuga por by pass dentro de la clase F9, según EN 1886.

Nota: Configuración O, para otras configuraciones consultar Ficha Técnica

## CARACTERÍSTICAS

ECOevo 2 EC		6	13	19	23	30	33	45	67
Potencia	(kW)	0,52	0,8	0,8	1,56	1,56	3,1	3,1	3,1
Potencia del Motor	(kW)	2 x 0,23	2 x 0,37	2 x 0,37	2 x 0,75	2 x 0,75	2 x 1,5	2 x 1,5	4 x 0,75
Alimentación eléctrica	V   F   Hz	230   1   50	230   1   50	230   1   50	230   1   50	230   1   50	230   1   50	230   1   50	230   1   50
IMAX	(A)	3,7	10,1	10,1	12,1	12,1	20,1	20,1	24,1
IMÁX del motor	(A)	2 x 1,8	2 x 5	2 x 5	2 x 6	2 x 6	2 x 10	2 x 10	4 x 6
dB (A) *	dB (A)	40	38	43	48	48	50	50	51

Notas: \* Nivel de presión acústica a 4 m, medido en campo libre según ISO 3744

## MÓDULOS COMPLEMENTARES

Para complementar la gama de recuperación, además de los accesorios específicos de la gama, están disponibles una serie de módulos opcionales. Estos módulos son de interconexión externa a la unidad por medio de un conducto.

# ECOevo 2 EC

## UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE CALOR CON O SIN CONTROL




### DOCUMENTO DE VERIFICACIÓN ERP

FABRICANTE		ARFIT CLIMATIZAÇÃO, S.A.							
Modelo		6	13	19	23	30	33	45	67
Tipología		UVNR UVB							
Tipo de Transmisión		Varias Velocidades	Varias Velocidades	Varias Velocidades	Varias Velocidades	Varias Velocidades	Varias Velocidades	Varias Velocidades	Varias Velocidades
Tipo de sistema de recuperacion de calor		OUTRO							
Eficiencia térmica de recuperacion de calor	%	73	73.1	74.7	73.6	74.3	74.2	74.2	77.2
Caudal Nominal	m3/s	0.147	0.306	0.481	0.531	0.676	0.686	0.994	1.594
Potencia de Entrada	kW	0.159	0.32	0.52	0.78	1	1.15	1.57	2.28
SPFint	W/m3/s	1569.8	1551.1	1561.0	1535.3	1531.2	1526.6	1484.9	1481.2
Velocidad Frontal	m/s	1.20	1.70	1.72	1.90	1.68	1.70	2.26	2.45
Presión externa nominal	Pa	103	108	110	344	321	425	411	285
Disminución de la presión interna comp. Ventilación	Pa	346	366	338	411	374	381	409	327
Eficiencia estática dos ventiladores	%	43.0	45.2	41.4	51.3	47.0	48.0	52.0	40.8
Tasa máxima de fuga declarada int/ext	%	4.2/5.3	3.4/4.3	3.4/4.1	3.8/3.9	4.1/3.8	4.1/3.8	4.2/3.8	4.2/3.8
Classificación de los filtros		F7/M5							
Descripción de la advertencia visual relative a los filtros		“La advertencia relativa a los filtros se encuentra en el Sistema de control de la unidad, bien por señalización luminosa o por indicación de la pantalla , según el Sistema de control utilizado.” “Es de la mayor importancia proceder a la sustitución regular de los filtros para mejorar el rendimiento y la eficiencia energética de la unidad.”							
Nivel de Potencia de Sonido (Lwa)	dB(A)	58	58	63	61	68	66	66	68
Dirección de Internet		www.arfit.pt							








# UNIDADES INTERIORES DE LOS NUEVOS SISTEMAS VRF ECOi EX











































# GAMA DE UNIDADES INTERIORES DE SISTEMAS ECOi Y ECO G

	1,5 kW	2,2 kW	2,8 kW	3,0 kW	3,6 kW	4,0 kW	4,5 kW
<b>Nuevo tipo U2. Cassette de 90x90 y cuatro vías</b>	<b>NUEVO</b>	 S-22MU2E5A	 S-28MU2E5A		 S-36MU2E5A		 S-45MU2E5A
<b>Tipo U1. Cassette de 90x90 y cuatro vías</b>		 S-22MU1E5A	 S-28MU1E5A		 S-36MU1E5A		 S-45MU1E5A
<b>Tipo Y2. Cassette de 60x60 y cuatro vías</b>	 S-15MY2E5A	 S-22MY2E5A	 S-28MY2E5A		 S-36MY2E5A		 S-45MY2E5A
<b>Tipo L1. Cassette de dos vías</b>		 S-22ML1E5	 S-28ML1E5		 S-36ML1E5		 S-45ML1E5
<b>Tipo D1. Cassette de una vía</b>			 S-28MD1E5		 S-36MD1E5		 S-45MD1E5
<b>Tipo F2. Conducto oculto de presión estática variable</b>	 S-15MF2E5A	 S-22MF2E5A	 S-28MF2E5A		 S-36MF2E5A		 S-45MF2E5A
<b>Tipo M1. Conducto oculto de perfil delgado y presión estática variable</b>	 S-15MM1E5A	 S-22MM1E5A	 S-28MM1E5A		 S-36MM1E5A		 S-45MM1E5A
<b>Tipo E2. Conducto oculto de alta presión estática</b>							
<b>Recuperación de calor con serpentín DX</b>				 PAW-500ZDX2N		 PAW-800ZDX2N	 PAW-01KZDX2N
<b>Tipo T2. Techo</b>					 S-36MT2E5A		 S-45MT2E5A
<b>Tipo K1/K2. Pared</b>	 S-15MK2E5A	 S-22MK2E5A	 S-28MK2E5A		 S-36MK2E5A		 S-45MK1E5A
<b>Tipo P1. Sobre suelo</b>		 S-22MP1E5	 S-28MP1E5		 S-36MP1E5		 S-45MP1E5
<b>Tipo R1. Consola de suelo oculta</b>		 S-22MR1E5	 S-28MR1E5		 S-36MR1E5		 S-45MR1E5

Amplia gama de modelos, dependiendo de las necesidades interiores.

	16,0 kW	28,0 kW	56,0 kW	84,0 kW	112,0 kW	140,0 kW	168,0 kW
<b>Kit de conexión UTA 16, 28 y 56 kW</b>	 PAW-160MAH2	 PAW-280MAH2	 PAW-560MAH2	 PAW-280MAH2 + PAW-560MAH2	 PAW-560MAH2 x 2	 PAW-280MAH2 + PAW-560MAH2 x 2	 PAW-560MAH2 x 3

5,6 kW	6,0 kW	7,3 kW	9,0 kW	10,6 kW	14,0 kW	16,0 kW	22,4 kW	28,0 kW
 S-56MU2E5A	 S-60MU2E5A	 S-73MU2E5A	 S-90MU2E5A	 S-106MU2E5A	 S-140MU2E5A	 S-160MU2E5A		
 S-56MU1E5A	 S-60MU1E5A	 S-73MU1E5A	 S-90MU1E5A	 S-106MU1E5A	 S-140MU1E5A	 S-160MU1E5A		
 S-56MY2E5A								
 S-56ML1E5		 S-73ML1E5						
 S-56MD1E5		 S-73MD1E5						
 S-56MF2E5A	 S-60MF2E5A	 S-73MF2E5A	 S-90MF2E5A	 S-106MF2E5A	 S-140MF2E5A	 S-160MF2E5A		
 S-56MM1E5A								
							 S-224ME2E5	 S-280ME2E5
 S-56MT2E5A		 S-73MT2E5A		 S-106MT2E5A	 S-140MT2E5A			
 S-56MK1E5A		 S-73MK1E5A		 S-106MK1E5A				
 S-56MP1E5		 S-71MP1E5						
 S-56MR1E5		 S-71MR1E5						

	11,4 kW	25,0 kW	31,5 kW	37,5 kW
<b>Cortina de aire con serpentín DX</b>	 PAW-10EAIRC-MJ	 PAW-15EAIRC-MJ	 PAW-20EAIRC-MJ	 PAW-25EAIRC-MJ
<b>Cortina de aire estándar con serpentín DX</b>	 PAW-10EAIRC-MS		 PAW-20EAIRC-MS	



# TIPO F2 CONDUCTO OCULTO DE PRESIÓN ESTÁTICA VARIABLE



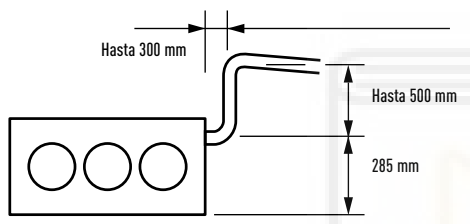
El nuevo tipo F2 está específicamente diseñado para aplicaciones que requieren conductos fijos de sección cuadrada. El filtro interior es parte del equipo estándar.

### La tecnología en el punto de mira

- Los más bajos niveles de sonido de la industria: desde 25 dB(A)
- La bomba de drenaje incorporada ofrece 785 mm de elevación
- De fácil instalación y mantenimiento
- El sensor de desactivación del aire evita la descarga de aire frío
- Control de temperatura del aire configurable

### Bomba de drenaje más potente

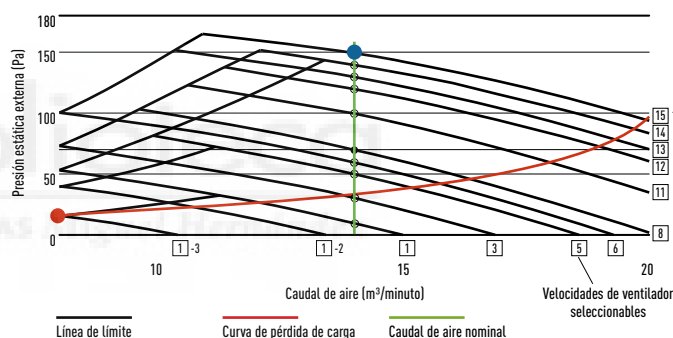
Utilizando una bomba de drenaje más potente, la tubería de desagüe se puede elevar hasta 785 mm desde la base de la unidad.



### Ventajas de F2

La función de aprendizaje automático para la presión estática requerida se activa fácilmente con el temporizador del mando a distancia cableado estándar. Es posible incrementar la capacidad frigorífica sensible ajustando el volumen del flujo de aire de forma que se eliminen las pérdidas latentes de manera prácticamente total. Ello es posible debido a la excepcional superficie del gran intercambiador de calor en combinación con el incremento del flujo volumétrico de aire por selección manual de curvas de mayor velocidad de ventilador utilizando el mando a distancia cableado estándar al poner en servicio el sistema, junto con el control de temperatura de la salida de serpentín, activado por defecto, y el control de temperatura de evaporación variable, basado en la carga de la sala.

### Diagrama 1 S-22MF2E5A



Controlador opcional.  
Mando a distancia cableado CZ-RTCSA.  
Compatible con Econavi

Controlador opcional.  
Temporizador del mando a distancia CZ-RTC4.  
Compatible con Econavi

Controlador opcional.  
Mando a distancia inalámbrico CZ-RWSK2 + CZ-RWSC3

Controlador opcional.  
Mando a distancia simplificado CZ-RE2C2

Modelo	S-15MF2E5A	S-22MF2E5A	S-28MF2E5A	S-36MF2E5A	S-45MF2E5A	S-56MF2E5A	S-60MF2E5A	S-73MF2E5A	S-90MF2E5A	S-106MF2E5A	S-140MF2E5A	S-160MF2E5A
Alimentación	230 V / monofásico / 50 Hz											
Capacidad frigorífica	kW 1,5	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	6,0	7,3	9,0	10,6	14,0	16,0
Potencia absorbida en refrigeración	W 70	70	70	70	70	100	120	120	135	195	215	225
Intensidad de funcionamiento en refrigeración	A 0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,74	0,89	0,89	0,97	1,30	1,44	1,50
Capacidad calorífica	kW 1,7	2,5	3,2	4,2	5,0	6,3	7,1	8,0	10,0	11,4	16,0	18,0
Potencia absorbida en calefacción	W 70	70	70	70	100	100	120	120	135	200	210	225
Intensidad de funcionamiento en calefacción	A 0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,74	0,89	0,89	0,97	1,34	1,42	1,50
Tipo de ventilador	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco	Ventilador Sirocco
Volumen de aire <sup>1</sup>	AL / Med. / Ba. m³/min 14 / 13 / 9	14 / 13 / 9	14 / 13 / 9	14 / 13 / 9	14 / 13 / 10	16 / 15 / 12	21 / 19 / 15	21 / 19 / 15	25 / 23 / 19	32 / 26 / 21	34 / 29 / 23	36 / 32 / 25
Presión estática externa	Pa 70 (10-150)	70 (10-150)	70 (10-150)	70 (10-150)	70 (10-150)	70 (10-150)	70 (10-150)	70 (10-150)	70 (10-150)	100 (10-150)	100 (10-150)	100 (10-150)
Potencia sonora <sup>2</sup>	AL / Med. / Ba. dB 55 / 51 / 44	55 / 51 / 44	55 / 51 / 44	55 / 51 / 44	56 / 54 / 47	56 / 54 / 47	57 / 54 / 48	57 / 54 / 48	59 / 56 / 50	60 / 56 / 53	61 / 57 / 54	62 / 58 / 55
Presión sonora <sup>2</sup>	AL / Med. / Ba. dB(A) 33 / 29 / 22	33 / 29 / 22	33 / 29 / 22	33 / 29 / 22	33 / 29 / 22	34 / 32 / 25	34 / 32 / 25	35 / 32 / 26	35 / 32 / 26	37 / 34 / 28	38 / 34 / 31	39 / 35 / 32
Dimensiones	AL x An. x Pr. mm 290 x 800 x 700	290 x 800 x 700	290 x 800 x 700	290 x 800 x 700	290 x 800 x 700	290 x 800 x 700	290 x 1000 x 700	290 x 1000 x 700	290 x 1000 x 700	290 x 1400 x 700	290 x 1400 x 700	290 x 1400 x 700
Peso neto	kg 29	29	29	29	29	29	34	34	34	46	46	46
Conexiones de tuberías	Líquido	Pulgadas (mm) 1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	3/8 (9,52)	3/8 (9,52)	3/8 (9,52)	3/8 (9,52)	3/8 (9,52)
	Gas	Pulgadas (mm) 1/2 (12,70)	1/2 (12,70)	1/2 (12,70)	1/2 (12,70)	1/2 (12,70)	1/2 (12,70)	5/8 (15,88)	5/8 (15,88)	5/8 (15,88)	5/8 (15,88)	5/8 (15,88)
	Tubería de drenaje	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25	VP-25

Condiciones nominales: Temperatura del aire interior (frío) 27 °C TS / 19 °C TH. Temperatura del aire exterior (frío) 35 °C TS / 24 °C TH. Temperatura del aire interior (calor) 20 °C TS. Temperatura del aire exterior (calor) 7 °C TS / 6 °C TH. TS: temperatura seca; TH: temperatura húmeda.

<sup>1</sup> Valor referido a los ajustes de salida de fábrica (curva H 8, curva M 5, curva L 1). <sup>2</sup> Presión sonora sin circulación de refrigerante.

INVERTER+

28%  
ECONAVI

AUTODIAGNÓSTICO

VENTILADOR AUTOMÁTICO

CONTROL DE HUMEDAD  
MILD DRY

REARRANQUE AUTOMÁTICO

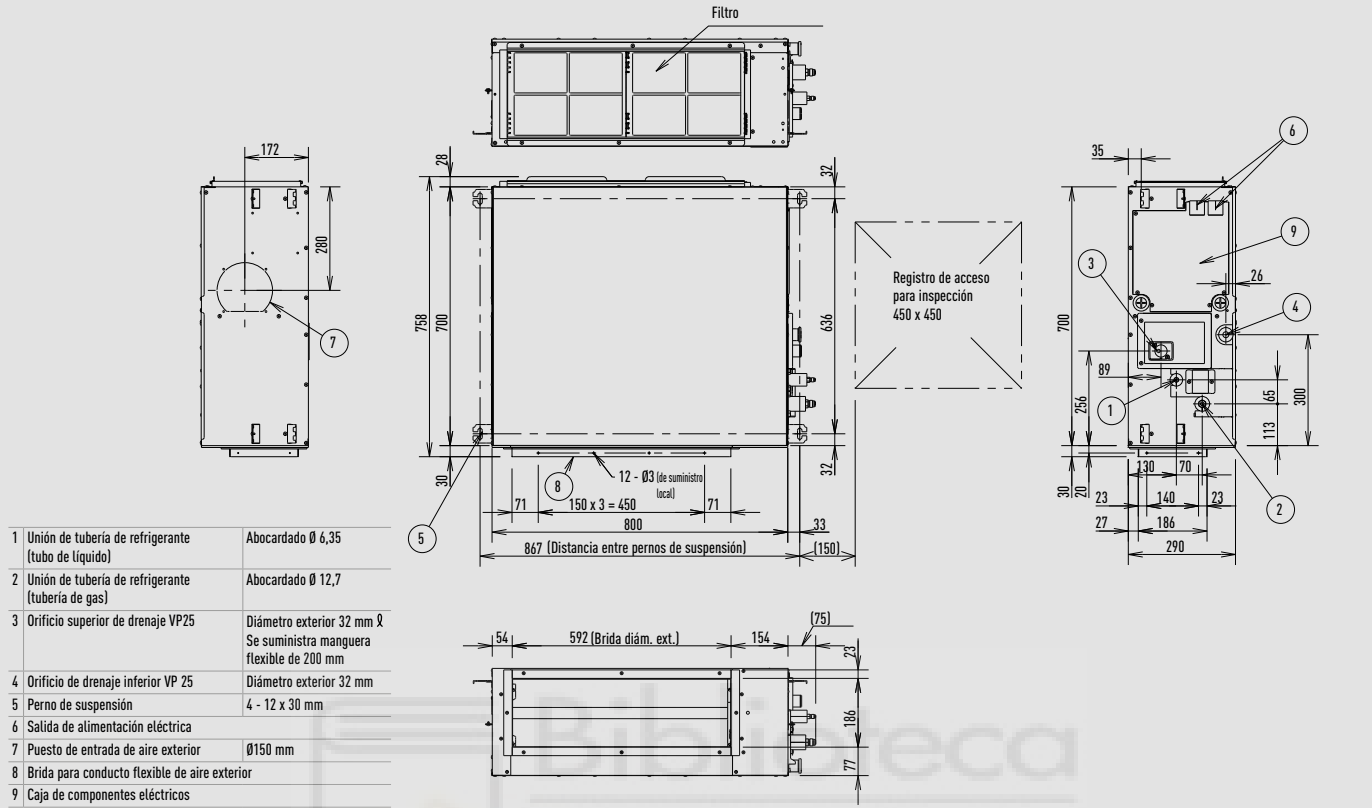
BOMBA DRENAJE INCORPORADA

CONTROL VÍA INTERNET

BMS  
CONECTIVIDAD

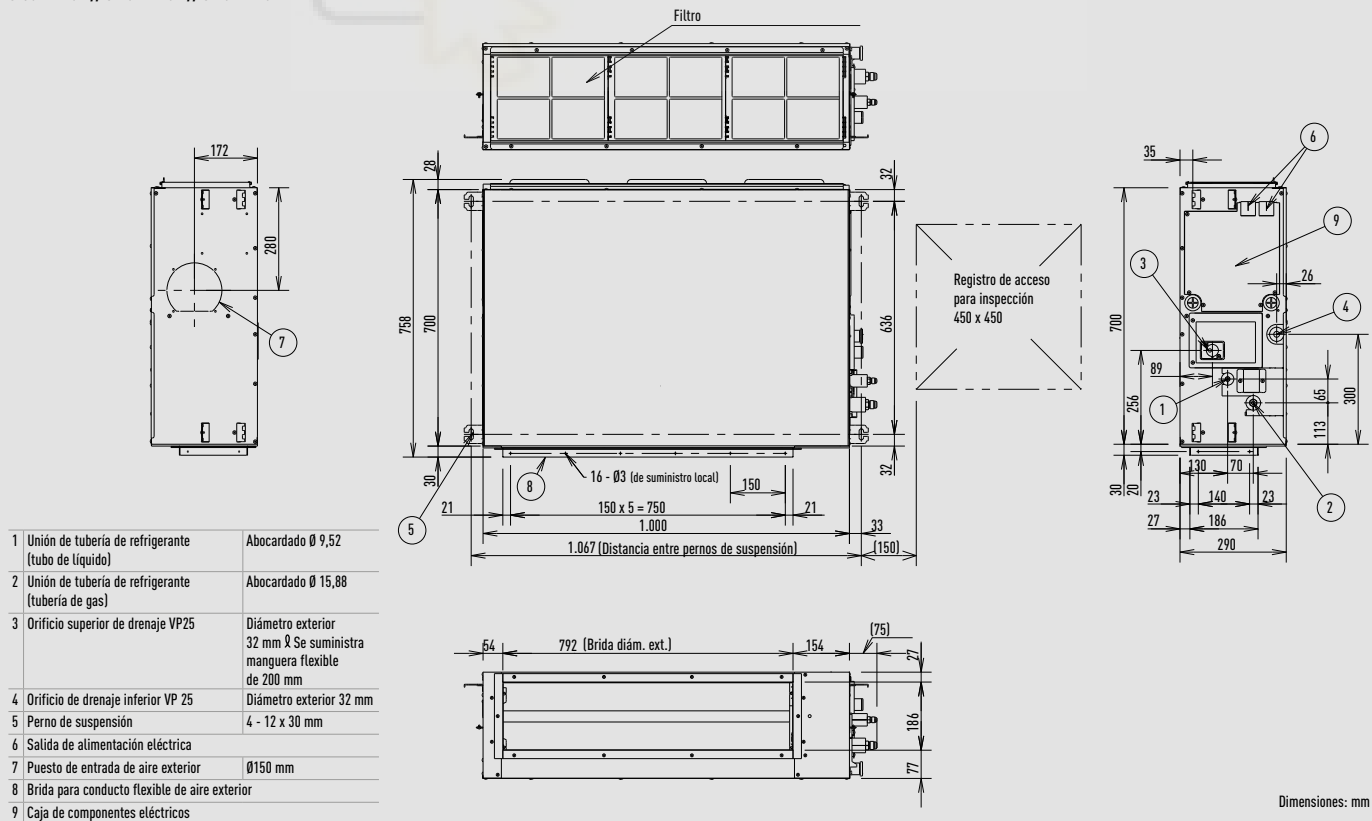
### Tipo F2. Conducto oculto de presión estática variable

S-15MF2E5A // S-22MF2E5A // S-28MF2E5A // S-36MF2E5A // S-45MF2E5A // S-56MF2E5A



1 Unión de tubería de refrigerante (tubo de líquido)	Abocardado Ø 6,35
2 Unión de tubería de refrigerante (tubería de gas)	Abocardado Ø 12,7
3 Orificio superior de drenaje VP25	Diámetro exterior 32 mm & Se suministra manguera flexible de 200 mm
4 Orificio de drenaje inferior VP 25	Diámetro exterior 32 mm
5 Perno de suspensión	4 - 12 x 30 mm
6 Salida de alimentación eléctrica	
7 Puesto de entrada de aire exterior	Ø150 mm
8 Brida para conducto flexible de aire exterior	
9 Caja de componentes eléctricos	

S-60MF2E5A // S-73MF2E5A // S-90MF2E5A



1 Unión de tubería de refrigerante (tubo de líquido)	Abocardado Ø 9,52
2 Unión de tubería de refrigerante (tubería de gas)	Abocardado Ø 15,88
3 Orificio superior de drenaje VP25	Diámetro exterior 32 mm & Se suministra manguera flexible de 200 mm
4 Orificio de drenaje inferior VP 25	Diámetro exterior 32 mm
5 Perno de suspensión	4 - 12 x 30 mm
6 Salida de alimentación eléctrica	
7 Puesto de entrada de aire exterior	Ø150 mm
8 Brida para conducto flexible de aire exterior	
9 Caja de componentes eléctricos	

Dimensiones: mm

# NUEVA GAMA DE SISTEMAS VRF ECOi EX





# MODELO COMBINADO DE DOS TUBOS SERIE ECOi EX ME2 DE ALTA EFICIENCIA

Unidades			8 HP	10 HP	12 HP	14 HP	16 HP
Nombre de modelo			U-8ME2E8	U-10ME2E8	U-12ME2E8	U-14ME2E8	U-16ME2E8
Suministro de energía	Tensión	V	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415
	Fase		Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos
	Frecuencia	Hz	50	50	50	50	50
Capacidad frigorífica		kW	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0
EER		W/W	4,70	4,37	3,96	3,88	3,52
ESSER		W/W	9,33	8,67	7,94	7,73	7,19
SEER		W/W	<b>7,74</b>	<b>7,66</b>	<b>7,32</b>	<b>6,97</b>	<b>6,66</b>
Intensidad en servicio de refrigeración		A	7,40 / 7,14	10,20 / 9,80	13,00 / 12,50	16,50 / 15,90	20,10 / 19,40
Potencia absorbida en refrigeración		kW	4,77	6,41	8,47	10,30	12,80
Capacidad calorífica		kW	25,0	31,5	37,5	45,0	50,0
COP		W/W	5,13	4,76	4,73	4,56	4,42
SCOP		W/W	<b>5,61</b>	<b>5,71</b>	<b>5,84</b>	<b>5,72</b>	<b>5,71</b>
Intensidad en servicio de calefacción		A	7,56 / 7,29	10,50 / 10,10	12,30 / 11,80	15,80 / 15,20	17,90 / 17,30
Potencia absorbida en calefacción		kW	4,87	6,62	7,92	9,86	11,30
Intensidad de arranque		A	1	1	1	2	2
Presión estática externa (máx.)		Pa	80	80	80	80	80
Volumen de aire		m³/min	224	224	232	232	232
Presión sonora	Modo normal	dB(A)	54,0	56,0	59,0	60,0	61,0
	Modo silencioso	dB(A)	51,0	53,0	56,0	57,0	58,0
Potencia sonora	Modo normal	dB	75,0	77,0	80,0	81,0	82,0
Dimensiones	Al. x An. x Pr.	mm	1842 x 770 x 1000	1842 x 770 x 1000	1842 x 1180 x 1000	1842 x 1180 x 1000	1842 x 1180 x 1000
	Peso neto	kg	210	210	270	315	315
Conexiones de tuberías <sup>1</sup>	Tubería de líquido	Pulgadas (mm)	3/8 (9,52) / 1/2 (12,70)	3/8 (9,52) / 1/2 (12,70)	1/2 (12,70) / 5/8 (15,88)	1/2 (12,70) / 5/8 (15,88)	1/2 (12,70) / 5/8 (15,88)
	Tubería de gas	Pulgadas (mm)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	7/8 (22,22) / 1 (25,40)	1 (25,40) / 1-1/8 (28,58)	1 (25,40) / 1-1/8 (28,58)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)
	Tubo equilibrador	Pulgadas (mm)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)
Cantidad de refrigerante R410A		kg	5,6	5,6	8,3	8,3	8,3
Máxima relación permisible de capacidad interior / exterior % <sup>2</sup>			50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)
Rango de funcionamiento	Refrigeración mín. - máx.	°C	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52
	Calefacción mín. - máx.	°C	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18

Combinaciones			18 HP	20 HP	22 HP	24 HP	26 HP	28 HP	30 HP	32 HP	34 HP	36 HP
Nombre de modelo			U-18ME2E8	U-20ME2E8	U-22ME2E8	U-24ME2E8	U-26ME2E8	U-28ME2E8	U-30ME2E8	U-32ME2E8	U-34ME2E8	U-36ME2E8
Suministro de energía	Tensión	V	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415
	Fase		Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos
	Frecuencia	Hz	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Capacidad frigorífica		kW	50,0	56,0	61,5	68,0	73,0	78,5	85,0	90,0	96,0	101,0
EER		W/W	4,55	4,38	4,13	3,93	3,80	3,69	3,68	3,52	4,05	3,95
Intensidad en servicio de refrigeración		A	17,3 / 16,6	20,3 / 19,6	23,1 / 22,3	26,6 / 25,6	30,1 / 29,0	33,1 / 31,9	36,6 / 35,3	40,2 / 38,7	36,8 / 35,5	39,3 / 37,9
Potencia absorbida en refrigeración		kW	11,0	12,8	14,9	17,3	19,2	21,3	23,1	25,6	23,7	25,6
Capacidad calorífica		kW	56,0	63,0	69,0	76,5	81,5	87,5	95,0	100,0	108,0	113,0
COP		W/W	4,96	4,77	4,76	4,69	4,55	4,56	4,48	4,42	4,72	4,73
Intensidad en servicio de calefacción		A	17,7 / 17,1	20,9 / 20,2	22,7 / 21,9	25,3 / 24,4	28,4 / 27,4	30,1 / 29,0	33,6 / 32,4	35,8 / 34,6	35,9 / 34,6	37,1 / 35,8
Potencia absorbida en calefacción		kW	11,3	13,2	14,5	16,3	17,9	19,2	21,2	22,6	22,9	23,9
Intensidad de arranque		A	2	2	2	2	3	3	4	4	3	3
Presión estática externa (máx.)		Pa	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Volumen de aire		m³/min	448	448	456	464	456	464	464	464	688	696
Presión sonora	Modo normal	dB(A)	58,5	59,0	61,0	62,0	62,5	63,5	63,5	64,0	63,0	64,0
	Modo silencioso	dB(A)	55,5	56,0	58,0	59,0	59,5	60,5	60,5	61,0	60,0	61,0
Potencia sonora	Modo normal	dB	79,5	80,0	82,0	83,0	83,5	84,5	84,5	85,0	84,0	85,0
Dimensiones	Al. x An. x Pr.	mm	1842 x 1600 x 1000	1842 x 1600 x 1000	1842 x 2010 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 2010 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 3250 x 1000	1842 x 3660 x 1000
	Peso neto	kg	420	420	480	540	535	585	630	630	750	810
Conexiones de tuberías <sup>1</sup>	Tubería de líquido	Pulgadas (mm)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)
	Tubería de gas	Pulgadas (mm)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)
	Tubo equilibrador	Pulgadas (mm)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)
Cantidad de refrigerante R410A		kg	11,2	11,2	13,9	16,6	13,9	16,6	16,6	16,6	22,2	24,9
Máxima relación permisible de capacidad interior / exterior % <sup>2</sup>			50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)
Rango de funcionamiento	Refrigeración mín. - máx.	°C	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52
	Calefacción mín. - máx.	°C	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18

1) La máxima longitud equivalente es superior a 90 m hasta la última unidad interior de la línea (si la máxima longitud equivalente de tubería excede de 90 m, incrementar el tamaño hasta el inmediatamente superior tanto para tuberías de gas como para las de líquido).  
 2) Si se cumplen las siguientes condiciones se puede sobrepasar el 130 % sin llegar a 200 %: A. Respetar el número máximo de unidades interiores que es posible conectar. B. El límite inferior del rango de funcionamiento para temperatura exterior de calefacción está limitado a -10 °C temperatura húmeda (estándar -25 °C temperatura húmeda).  
 C. El funcionamiento simultáneo está limitado a menos del 130 % de unidades interiores conectables.



# Biblioteca

UNIVERSITAS Miguel Hernández

	38 HP	40 HP	42 HP	44 HP	46 HP	48 HP	50 HP	52 HP	54 HP	56 HP	58 HP	60 HP	62 HP	64 HP
	<b>U-38ME2E8</b>	<b>U-40ME2E8</b>	<b>U-42ME2E8</b>	<b>U-44ME2E8</b>	<b>U-46ME2E8</b>	<b>U-48ME2E8</b>	<b>U-50ME2E8</b>	<b>U-52ME2E8</b>	<b>U-54ME2E8</b>	<b>U-56ME2E8</b>	<b>U-58ME2E8</b>	<b>U-60ME2E8</b>	<b>U-62ME2E8</b>	<b>U-64ME2E8</b>
	<b>U-10ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-10ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-14ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-10ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-12ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-10ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-10ME2E8</b> <b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-12ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-14ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>	<b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b> <b>U-16ME2E8</b>
	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415
	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	107,0	113,0	118,0	124,0	130,0	135,0	140,0	145,0	151,0	156,0	162,0	168,0	174,0	180,0
	3,84	3,75	3,69	3,62	3,62	3,52	3,87	3,82	3,75	3,71	3,65	3,60	3,60	3,52
	43,8 / 42,2	46,7 / 45,0	50,2 / 48,4	53,2 / 51,3	56,9 / 54,9	60,2 / 58,1	66,2 / 64,2	69,0 / 66,8	73,2 / 70,9	76,3 / 73,0	79,7 / 77,1	83,3 / 80,6	87,0 / 84,3	90,8 / 88,1
	27,9	30,1	32,0	34,3	35,9	38,4	36,2	38,0	40,3	42,1	44,4	46,7	48,3	51,2
	119,0	127,0	132,0	138,0	145,0	150,0	155,0	160,0	169,0	175,0	182,0	189,0	195,0	201,0
	4,61	4,57	4,49	4,50	4,46	4,42	4,65	4,66	4,56	4,56	4,47	4,47	4,45	4,42
	40,5 / 39,0	43,6 / 42,0	46,6 / 44,9	48,2 / 46,4	51,5 / 49,7	53,8 / 51,8	52,2 / 50,4	53,8 / 51,9	58,8 / 56,7	60,2 / 58,1	64,6 / 62,2	67,1 / 64,7	69,5 / 67,0	72,2 / 69,6
	25,8	27,8	29,4	30,7	32,5	33,9	33,3	34,3	37,1	38,4	40,7	42,3	43,8	45,5
	4	4	5	5	6	6	5	5	6	6	7	7	8	8
	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	688	696	688	696	696	696	920	928	920	928	920	928	928	928
	64,0	64,5	65,0	65,5	65,5	66,0	65,5	66,0	66,0	66,5	66,5	67,0	67,0	67,0
	61,0	61,5	62,0	62,5	62,5	63,0	62,5	63,0	63,0	63,5	63,5	64,0	64,0	64,0
	85,0	85,5	86,0	86,5	86,5	87,0	86,5	87,0	87,0	87,5	87,5	88,0	88,0	88,0
	1842 x 3250 x 1000	1842 x 3660 x 1000	1842 x 3250 x 1000	1842 x 3660 x 1000	1842 x 3660 x 1000	1842 x 3660 x 1000	1842 x 4490 x 1000	1842 x 4900 x 1000	1842 x 4490 x 1000	1842 x 4900 x 1000	1842 x 4490 x 1000	1842 x 4900 x 1000	1842 x 4900 x 1000	1842 x 4900 x 1000
	795	855	840	900	945	945	1065	1125	1110	1170	1155	1215	1260	1260
	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)
	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-5/8 (41,28) / 1-3/4 (44,45)	1-5/8 (41,28) / 1-3/4 (44,45)
	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)
	22,2	24,9	22,2	24,9	24,9	24,9	30,5	33,2	30,5	33,2	30,5	33,2	33,2	33,2
	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)
	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52
	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18

Condiciones nominales: Temperatura del aire interior (frío) 27 °C TS / 19 °C TH. Temperatura del aire exterior (frío) 35 °C TS. Temperatura del aire interior (calor) 20 °C TS. Temperatura del aire exterior (calor) 7 °C TS / 6 °C TH. (TS: temperatura seca; TH: temperatura húmeda). Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Para obtener información detallada acerca de EPR, visita nuestras páginas [www.aircon.panasonic.eu](http://www.aircon.panasonic.eu) o [www.ptc.panasonic.eu](http://www.ptc.panasonic.eu).

# MODELO DE COMBINACIÓN DE DOS TUBOS SERIE ECOi EX ME2 DE AHORRO DE ESPACIO

Unidades			8 HP	10 HP	12 HP	14 HP	16 HP	18 HP	20 HP
Nombre de modelo			U-8ME2E8	U-10ME2E8	U-12ME2E8	U-14ME2E8	U-16ME2E8	U-18ME2E8	U-20ME2E8
Suministro de energía	Tensión	V	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415
	Fase		Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos
	Frecuencia	Hz	50	50	50	50	50	50	50
Capacidad frigorífica	kW		22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,0	56,0
EER	W/W		4,70	4,37	3,96	3,88	3,52	3,52	3,35
ESSER	W/W		9,33	8,67	7,94	7,73	7,19	6,95	6,18
SEER	W/W		<b>7,74</b>	<b>7,66</b>	<b>7,32</b>	<b>6,97</b>	<b>6,66</b>	<b>6,56</b>	<b>5,98</b>
Intensidad en servicio de refrigeración	A		7,40 / 7,14	10,20 / 9,80	13,00 / 12,50	16,50 / 15,90	20,10 / 19,40	22,00 / 21,20	25,40 / 24,50
Potencia absorbida en refrigeración	kW		4,77	6,41	8,47	10,30	12,80	14,20	16,70
Capacidad calorífica	kW		25,0	31,5	37,5	45,0	50,0	56,0	63,0
COP	W/W		5,13	4,76	4,73	4,56	4,42	4,38	3,94
SCOP	W/W		<b>5,61</b>	<b>5,71</b>	<b>5,84</b>	<b>5,72</b>	<b>5,71</b>	<b>5,65</b>	<b>4,88</b>
Intensidad en servicio de calefacción	A		7,56 / 7,29	10,50 / 11,10	12,30 / 11,80	15,80 / 15,20	17,90 / 17,30	20,10 / 19,40	24,60 / 23,70
Potencia absorbida en calefacción	kW		4,87	6,62	7,92	9,86	11,30	12,80	16,00
Intensidad de arranque	A		1	1	1	2	2	2	2
Presión estática externa (máx.)	Pa		80	80	80	80	80	80	80
Volumen de aire	m³/min		224	224	232	232	232	405	405
Presión sonora	Modo normal	dB(A)	54,0	56,0	59,0	60,0	61,0	59,0	60,0
	Modo silencioso	dB(A)	51,0	53,0	56,0	57,0	58,0	56,0	57,0
	Modo normal	dB	75,0	77,0	80,0	81,0	82,0	80,0	81,0
Dimensiones	Al. x An. x Pr.	mm	1842 x 770 x 1000	1842 x 770 x 1000	1842 x 1180 x 1000	1842 x 1180 x 1000	1842 x 1180 x 1000	1842 x 1540 x 1000	1842 x 1540 x 1000
Peso neto	kg		210	210	270	315	315	375	375
Conexiones de tuberías <sup>1</sup>	Tubería de líquido	Pulgadas (mm)	3/8 (9,52) / 1/2 (12,70)	3/8 (9,52) / 1/2 (12,70)	1/2 (12,70) / 5/8 (15,88)	1/2 (12,70) / 5/8 (15,88)	1/2 (12,70) / 5/8 (15,88)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)
	Tubería de gas	Pulgadas (mm)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	7/8 (22,22) / 1 (25,40)	1 (25,40) / 1-1/8 (28,58)	1 (25,40) / 1-1/8 (28,58)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)
	Tubo equilibrador	Pulgadas (mm)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)
Cantidad de refrigerante R410A	kg		5,6	5,6	8,3	8,3	8,3	9,5	9,5
Máxima relación permisible de capacidad interior / exterior % <sup>2</sup>			50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)
Rango de funcionamiento	Refrigeración mín. - máx.	°C	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52
	Calefacción mín. - máx.	°C	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18

Combinaciones			22 HP	24 HP	26 HP	28 HP	30 HP	32 HP	34 HP	36 HP	38 HP	40 HP	42 HP	44 HP	46 HP
Nombre de modelo			U-22ME2E8	U-24ME2E8	U-26ME2E8	U-28ME2E8	U-30ME2E8	U-32ME2E8	U-34ME2E8	U-36ME2E8	U-38ME2E8	U-40ME2E8	U-42ME2E8	U-44ME2E8	U-46ME2E8
Suministro de energía	Tensión	V	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415
	Fase		Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos
	Frecuencia	Hz	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Capacidad frigorífica	kW		61,5	68,0	73,0	78,5	85,0	90,0	96,0	101,0	107,0	113,0	118,0	124,0	130,0
EER	W/W		4,13	3,93	3,90	3,69	3,68	3,52	3,56	3,42	3,42	3,34	3,69	3,62	3,62
Intensidad en servicio de refrigeración	A		23,1 / 22,3	26,6 / 25,6	30,1 / 29,0	33,1 / 31,9	36,6 / 35,3	40,2 / 38,7	41,9 / 40,4	45,3 / 43,7	48,1 / 46,3	51,4 / 49,5	50,2 / 48,4	53,2 / 51,3	56,9 / 54,9
Potencia absorbida en refrigeración	kW		14,9	17,3	19,2	21,3	23,1	25,6	27,0	29,9	31,3	33,8	32,0	34,3	35,9
Capacidad calorífica	kW		69,0	76,5	81,5	87,5	95,0	100,0	108,0	113,0	119,0	127,0	132,0	138,0	145,0
COP	W/W		4,76	4,69	4,55	4,56	4,48	4,42	4,17	4,14	4,13	3,92	4,49	4,50	4,46
Intensidad en servicio de calefacción	A		22,7 / 21,9	25,3 / 24,4	28,4 / 27,4	30,1 / 29,0	33,6 / 32,4	35,8 / 34,6	40,6 / 39,2	42,4 / 40,8	44,7 / 43,1	49,8 / 48,0	46,6 / 44,9	48,2 / 46,4	51,5 / 49,7
Potencia absorbida en calefacción	kW		14,5	16,3	17,9	19,2	21,2	22,6	25,9	27,3	28,8	32,4	29,4	30,7	32,5
Intensidad de arranque	A		2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	6
Presión estática externa (máx.)	Pa		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Volumen de aire	m³/min		456	464	456	464	464	464	637	637	810	810	688	696	696
Presión sonora	Modo normal	dB(A)	61,0	62,0	62,5	63,5	63,5	64,0	63,0	63,5	62,5	63,0	65,0	65,5	65,5
	Modo silencioso	dB(A)	58,0	59,0	59,5	60,5	60,5	61,0	60,0	60,5	59,5	60,0	62,0	62,5	62,5
Potencia sonora	Modo normal	dB	82,0	83,0	83,5	84,5	84,5	85,0	84,0	84,5	83,5	84,0	86,0	86,5	86,5
Dimensiones	Al. x An. x Pr.	mm	1842 x 2010 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 2010 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 2420 x 1000	1842 x 2780 x 1000	1842 x 2780 x 1000	1842 x 3140 x 1000	1842 x 3140 x 1000	1842 x 3250 x 1000	1842 x 3660 x 1000	1842 x 3660 x 1000
Peso neto	kg		480	540	525	585	630	630	690	690	750	750	840	900	945
Conexiones de tuberías <sup>1</sup>	Tubería de líquido	Pulgadas (mm)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)	5/8 (15,88) / 3/4 (19,05)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)
	Tubería de gas	Pulgadas (mm)	1-1/8 (31,75) / 1-1/4 (31,75)	1-1/8 (28,58) / 1-1/4 (31,75)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/4 (31,75) / 1-1/2 (38,10)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)
	Tubo equilibrador	Pulgadas (mm)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)
Cantidad de refrigerante R410A	kg		13,9	16,6	13,9	16,6	16,6	16,6	17,8	17,8	19,0	19,0	22,2	24,9	24,9
Máxima relación permisible de capacidad interior / exterior % <sup>2</sup>			50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)
Rango de funcionamiento	Refrigeración mín. - máx.	°C	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52
	Calefacción mín. - máx.	°C	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18

1) La máxima longitud equivalente es superior a 90 m hasta la última unidad interior de la línea (si la máxima longitud equivalente de tubería excede de 90 m, incrementar el tamaño hasta el inmediatamente superior tanto para tuberías de gas como para las de líquido).  
 2) Si se cumplen las siguientes condiciones se puede sobrepasar el 130 % sin llegar a 200 %: A. Respetar el número máximo de unidades interiores que es posible conectar. B. El límite inferior del rango de funcionamiento para temperatura exterior de calefacción está limitado a -10 °C temperatura húmeda (estándar -25 °C temperatura húmeda).  
 C. El funcionamiento simultáneo está limitado a menos del 130 % de unidades interiores conectables.



# Biblioteca

UNIVERSITAS Miguel Hernández

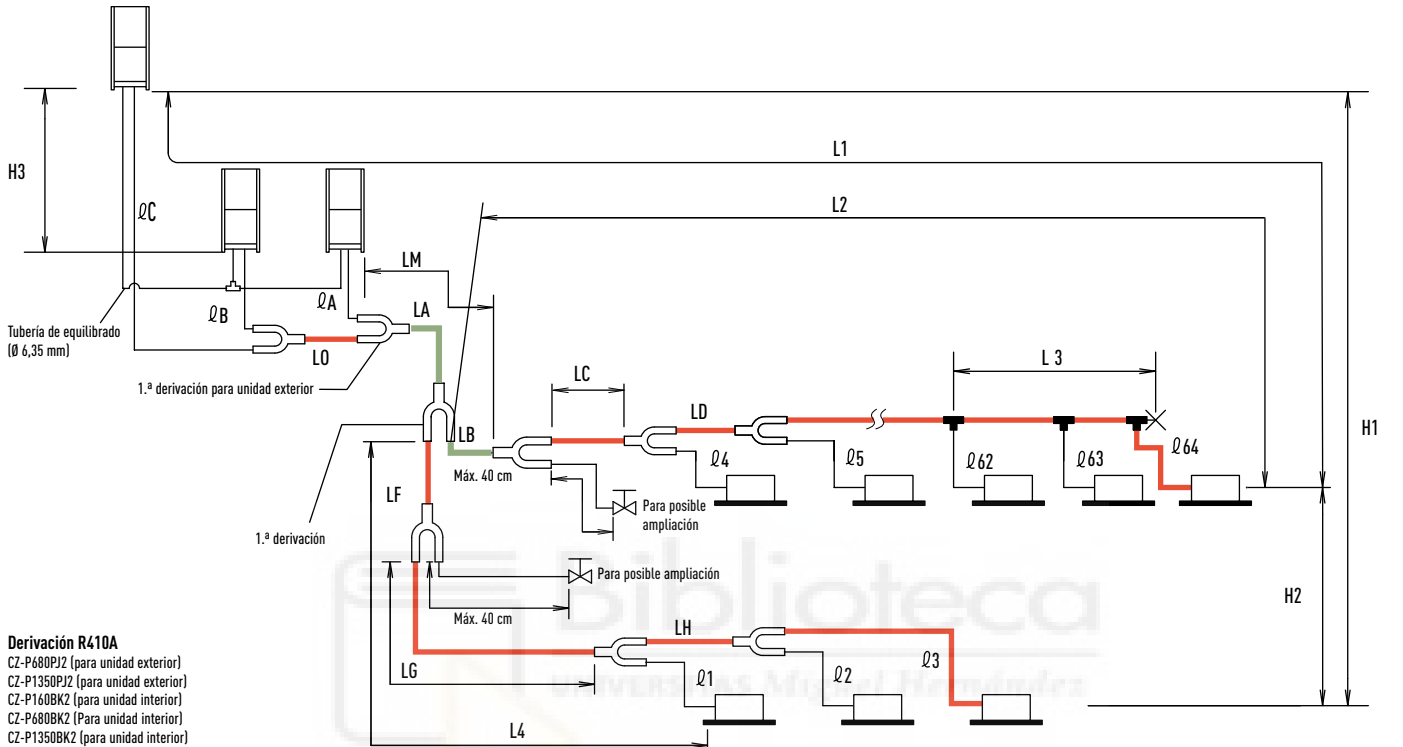
	48 HP	50 HP	52 HP	54 HP	56 HP	58 HP	60 HP	62 HP	64 HP	66 HP	68 HP	70 HP	72 HP	74 HP	76 HP	78 HP	80 HP
	U-48ME2E8	U-50ME2E8	U-52ME2E8	U-54ME2E8	U-56ME2E8	U-58ME2E8	U-60ME2E8	U-62ME2E8	U-64ME2E8	U-66ME2E8	U-68ME2E8	U-70ME2E8	U-72ME2E8	U-74ME2E8	U-76ME2E8	U-78ME2E8	U-80ME2E8
	U-16ME2E8	U-14ME2E8	U-16ME2E8	U-14ME2E8	U-16ME2E8	U-18ME2E8	U-20ME2E8	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-10ME2E8	U-12ME2E8	U-10ME2E8	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-18ME2E8	U-20ME2E8
	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8
	U-16ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-16ME2E8	U-16ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8	U-20ME2E8
	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415	400 / 415
	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos	Modelos trifásicos
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	135,0	140,0	145,0	151,0	156,0	162,0	168,0	174,0	180,0	185,0	190,0	196,0	202,0	208,0	213,0	219,0	224,0
	3,52	3,55	3,46	3,49	3,41	3,40	3,35	3,60	3,52	3,52	3,49	3,47	3,42	3,42	3,39	3,38	3,35
	60,2 / 58,1	61,1 / 58,9	65,0 / 62,7	66,5 / 64,1	70,3 / 67,8	73,1 / 70,4	76,1 / 73,4	75,8 / 73,0	80,3 / 77,4	80,8 / 77,8	83,7 / 80,7	86,8 / 83,6	90,6 / 87,3	93,4 / 90,0	96,6 / 93,1	98,3 / 94,7	101,5 / 97,8
	38,4	39,4	41,9	43,3	45,8	47,6	50,1	48,3	51,2	52,6	54,5	56,5	59,0	60,8	62,9	64,7	66,8
	150,0	155,0	160,0	169,0	175,0	182,0	189,0	195,0	201,0	207,0	213,0	219,0	226,0	233,0	239,0	245,0	252,0
	4,42	4,29	4,27	4,11	4,08	4,06	3,94	4,45	4,42	4,16	4,18	4,05	4,14	4,12	4,03	4,03	3,94
	53,8 / 51,8	56,6 / 54,6	58,8 / 56,7	63,8 / 61,5	66,6 / 64,2	69,5 / 67,0	73,7 / 71,0	69,5 / 67,0	72,2 / 69,6	77,1 / 74,3	79,2 / 76,3	83,1 / 80,1	84,7 / 81,7	87,7 / 84,5	92,0 / 88,7	93,4 / 90,0	98,3 / 94,7
	33,9	36,1	37,5	41,1	42,9	44,8	48,0	43,8	45,5	49,7	51,0	54,1	54,6	56,5	59,3	60,8	64,0
	6	6	6	6	6	6	6	8	8	7	7	8	8	8	8	8	8
	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	696	869	869	1042	1042	1215	1215	928	928	1266	1274	1439	1274	1447	1447	1620	1620
	66,0	65,5	65,5	65,0	65,5	64,5	65,0	67,0	67,0	66,0	66,5	65,5	66,5	66,5	66,5	66,0	66,0
	63,0	62,5	62,5	62,0	62,5	61,5	62,0	64,0	64,0	63,0	63,5	62,5	63,5	63,5	63,5	63,0	63,0
	87,0	86,5	86,5	86,0	86,5	85,5	86,0	88,0	88,0	87,0	87,5	86,5	87,5	87,5	87,5	87,0	87,0
	1842 x 3660 x 1000	1842 x 4020 x 1000	1842 x 4020 x 1000	1842 x 4380 x 1000	1842 x 4380 x 1000	1842 x 4740 x 1000	1842 x 4740 x 1000	1842 x 4900 x 1000	1842 x 4900 x 1000	1842 x 5210 x 1000	1842 x 5620 x 1000	1842 x 5570 x 1000	1842 x 5620 x 1000	1842 x 5980 x 1000	1842 x 5980 x 1000	1842 x 6340 x 1000	1842 x 6340 x 1000
	945	1005	1005	1065	1065	1125	1125	1260	1260	1275	1335	1335	1380	1440	1440	1500	1500
	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	3/4 (19,05) / 7/8 (22,22)	7/8 (22,22) / 1 (25,04)	7/8 (22,22) / 1 (25,04)	7/8 (22,22) / 1 (25,04)	7/8 (22,22) / 1 (25,04)	7/8 (22,22) / 1 (25,04)	7/8 (22,22) / 1 (25,04)	7/8 (22,22) / 1 (25,04)
	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-1/2 (38,10) / 1-5/8 (41,28)	1-5/8 (41,28) / 1-3/4 (44,45)	1-5/8 (41,28) / 1-3/4 (44,45)	1-5/8 (41,28) / 1-3/4 (44,45)	1-5/8 (41,28) / 1-3/4 (44,45)	1-5/8 (41,28) / 1-3/4 (44,45)	1-3/4 (44,45) / 2 (50,80)	1-3/4 (44,45) / 2 (50,80)	1-3/4 (44,45) / 2 (50,80)	1-3/4 (44,45) / 2 (50,80)	1-3/4 (44,45) / 2 (50,80)
	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)	1/4 (6,35)
	24,9	26,1	26,1	27,3	27,3	28,5	28,5	33,2	33,2	32,9	35,6	34,1	35,8	36,8	36,8	38,0	38,0
	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)	50 - 130 (200)
	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52	-10 - +52
	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18	-25 - +18

Condiciones nominales: Temperatura del aire interior (frío) 27 °C TS / 19 °C TH. Temperatura del aire exterior (frío) 35 °C TS. Temperatura del aire interior (calor) 20 °C TS. Temperatura del aire exterior (calor) 7 °C TS / 6 °C TH. (TS: temperatura seca; TH: temperatura húmeda). Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso. Para obtener información detallada acerca de EPR, visita nuestras páginas www.aircon.panasonic.eu o www.ptc.panasonic.eu.



# DISEÑO DEL RECORRIDO DE TUBERÍAS

Las ubicaciones de la instalación se deben seleccionar de manera que las longitudes y los tamaños de las tuberías de refrigerante queden dentro de los intervalos permisibles según la figura siguiente.



**Derivación R410A**  
 CZ-P680PJ2 (para unidad exterior)  
 CZ-P1350PJ2 (para unidad exterior)  
 CZ-P160BK2 (para unidad interior)  
 CZ-P680BK2 (para unidad interior)  
 CZ-P1350BK2 (para unidad interior)

Longitud del tramo principal de tubería (tamaño máximo)  
 $LM = LA + LB...$

Los tubos de distribución LC - LH se seleccionan de acuerdo con la capacidad a partir de la derivación.

Los tamaños de las tuberías individuales entre las conexiones de una misma unidad interior  $Q1 - Q64$  se determinan en función de los tamaños de las bocas de conexión de las mismas.

Derivación (CZ: elementos opcionales)

Unión en T (de suministro local)

Válvula de bola (de suministro local)

Soldadura hermética (con pestaña)

La tubería principal de conexión exterior (sección LO) se determina por la capacidad total de las unidades exteriores conectadas en los extremos de las tuberías.  
 Nota: Es necesario asegurarse de utilizar especiales de derivación R410A (CZ: piezas opcionales) para las de las unidades exteriores y las derivaciones de tubería.

## Límites de longitud de tramos de tubería de refrigerante y de diferencias en altura de instalación

Elementos	Símbolo	Contenido	Longitud (m)	
			Longitud real	Longitud equivalente
Longitudes permisibles de tubería	L1	Longitud máxima de tubería		$\leq 200^{(1)}$
	$\Delta L (L2-L4)$	Diferencia entre longitudes máxima y mínima a partir de la 1.ª derivación		$\leq 210^{(1)}$
	LM	Longitud máxima de la tubería principal (de tamaño máximo) * Incluso a partir de la 1.ª derivación se permite LM si está en la longitud máxima de la tubería.		$\leq 50^{(2)}$
	Q1, Q2- Q64	Longitud máxima de cada tubo de distribución		$\leq 30^{(4)}$
	$L1 + Q1 + Q2 - Q63 + Q4 + QB + LF + LG + LH$	Longitud máxima de tubería incluyendo la longitud de cada tubo de distribución (únicamente para tubería de líquido)		$\leq 1000$
Desnivel permisible	Q4, QB+LO, QC+LO	Límite de longitud de tuberías máximo desde 1.ª derivación hasta cada unidad exterior		$\leq 10$
	H1	Quando la unidad exterior está instalada a mayor altura que la unidad interior		$\leq 50$
	H2	Quando la unidad exterior está instalada a menor altura que la unidad interior		$\leq 40$
	H3	Desnivel máximo entre unidades interiores		$\leq 15^{(5)}$
Longitud permisible de tubos con empalmes	L3	Conexión en T (de suministro local); longitud máxima de tubería entre la primera conexión en T y el extremo soldado de la tubería		$\leq 4$

L = longitud, H = altura

1) Si la máxima longitud L1 (longitud equivalente) es superior a 90 m, es necesario utilizar la tubería principal de líquido y de gas (LM) del tamaño inmediatamente superior. Utilizar un reductor de suministro local. Seleccionar el tamaño del tubo en la tabla de tamaños de tubería principal (tabla 3) y en la de tamaños de tubería de refrigerante (tabla 8) dos páginas más adelante. 2) Cuando la longitud de la tubería excede los 40 m, incrementar el tamaño del tubo (de gas o de líquido) al inmediatamente superior. Consultar los datos técnicos para los detalles. 3) Si la longitud total del tubo más largo (LM) es superior a 50 metros, incrementar el tamaño de los primeros 50 metros de la tubería de gas al inmediatamente superior. Utilizar un reductor de suministro local. Determinar la longitud restando la limitación del máximo de longitud de tubería permisible. Para la porción que excede de 50 m, establecer en base a la longitud de la tubería principal (LA) de la tabla 3. 4) Si cualquiera de las longitudes de la tubería excede los 30 m, incrementar el tamaño de las de gas o líquido al inmediatamente superior. 5) Si la longitud total de la tubería de distribución sobrepasa los 500 m, el máximo desnivel permisible [H2] entre unidades interiores se calcula con la siguiente fórmula. Asegurarse de que el desnivel entre las unidades interiores se mantiene dentro del valor calculado como sigue. Unidad de cuenta [metro]:  $15 \times (2 - \text{longitud total de tubería (m)}) + 500$

\* La tubería principal de conexión exterior (sección LO) se determina por la capacidad total de las unidades exteriores conectadas en los extremos de las tuberías. Si el tamaño del tubo ya existente es superior al tamaño estándar de tubería no es necesario incrementarlo. \*\* Si se utiliza la tubería existente y la cantidad de carga de refrigerante excede el valor que se especifica abajo, cambiar el tamaño del tubo para reducir la cantidad de refrigerante. Cantidad total de refrigerante para el sistema con una unidad exterior: 50 kg. Cantidad total de refrigerante para el sistema con dos unidades exteriores: 80 kg. Cantidad total de refrigerante para el sistema con tres o cuatro unidades exteriores: 105 kg.

### Cantidad de carga adicional de refrigerante necesaria por cada unidad exterior

U-8ME2E8	U-10ME2E8	U-12ME2E8	U-14ME2E8	U-16ME2E8
0 kg	0 kg	4 kg	4 kg	4 kg

### Limitaciones del sistema

Número máximo admisible de unidades exteriores conectadas	4 <sup>1)</sup>
Capacidad máxima admisible de unidades exteriores conectadas	180 kW (64 HP)
Número máximo admisible de unidades interiores conectadas	64 <sup>2)</sup>
Relación máxima permisible de capacidad interior/externo	50-130% <sup>3)</sup>

- 1) Se pueden conectar hasta cuatro unidades si el sistema ha sido ampliado.  
 2) En caso de unidades de hasta 38 HP, el número está limitado por la capacidad total de las unidades interiores conectadas.  
 3) Si se cumplen las siguientes condiciones se puede sobrepasar el 130 %, sin superar el 200 %:  
 i) Respetar el número máximo de unidades interiores que es posible conectar.  
 ii) El límite inferior del rango de funcionamiento para temperatura exterior de calefacción está limitado a -10 °C temperatura húmeda (estándar -25 °C temperatura húmeda).  
 iii) El funcionamiento simultáneo está limitado a menos del 130 % de unidades interiores conectables.

### Carga adicional de refrigerante

Tamaño en pulgadas (mm) de la tubería de líquido	Cantidad de carga de refrigerante por metro (g/m)
1/4 (6,35)	26
3/8 (9,52)	56
Ø12,7 (Ø1/2)	128
5/8 (15,88)	185
3/4 (19,05)	259
7/8 (22,22)	366
Ø25,4 (Ø1)	490

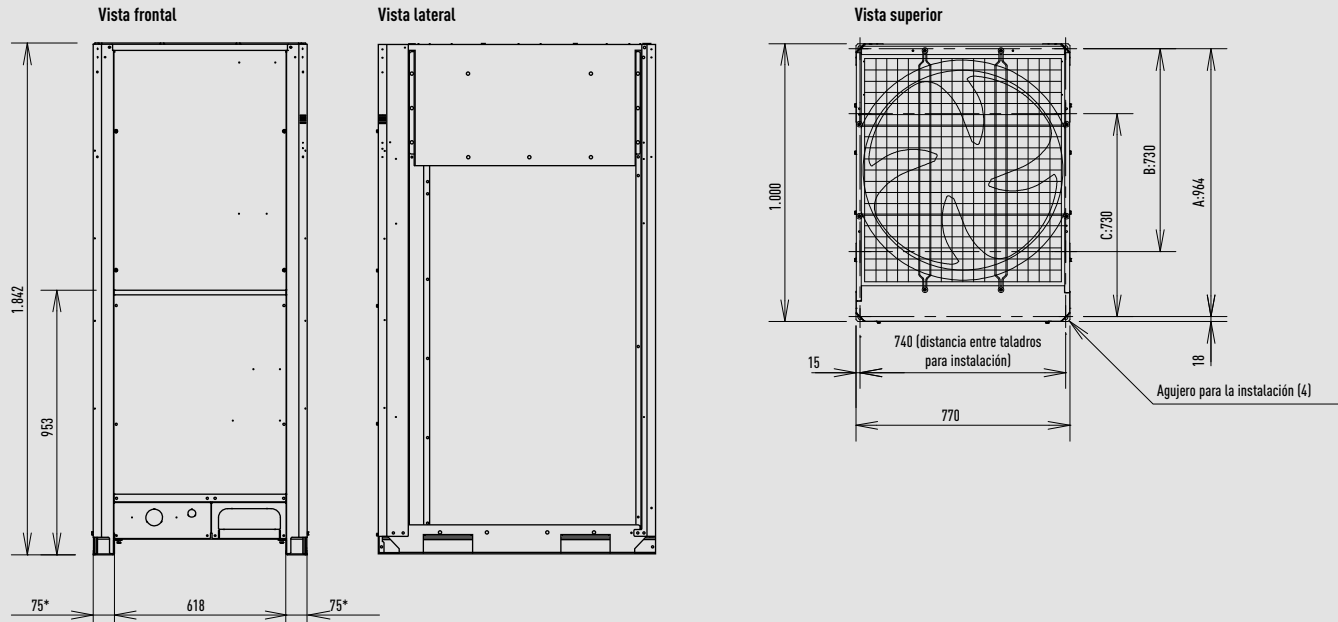
### Tubería de refrigerante (se puede utilizar tubería preexistente)

Tamaño de la tubería (mm)			
Dureza del material - O		Dureza del material - 1/2 H, H	
Ø6,35	t 0,8	Ø22,22	t 1,0
Ø9,52	t 0,8	Ø25,4	t 1,0
Ø12,7	t 0,8	Ø28,58	t 1,0
Ø15,88	t 1,0	Ø31,75	t 1,1
Ø19,05	t 1,2	Ø38,1	t superior a 1,35
		Ø41,28	t superior a 1,45
		Ø44,45	t superior a 1,55

\* Al doblar las tuberías, asegurarse de que el radio de curvatura es, como mínimo, cuatro veces el diámetro exterior de dicha tubería. Además, tomar las precauciones necesarias para evitar aplastar o dañar los tubos al doblarlos.



ECOi EX ME2 Serie 8 / 10 HP de dos tubos



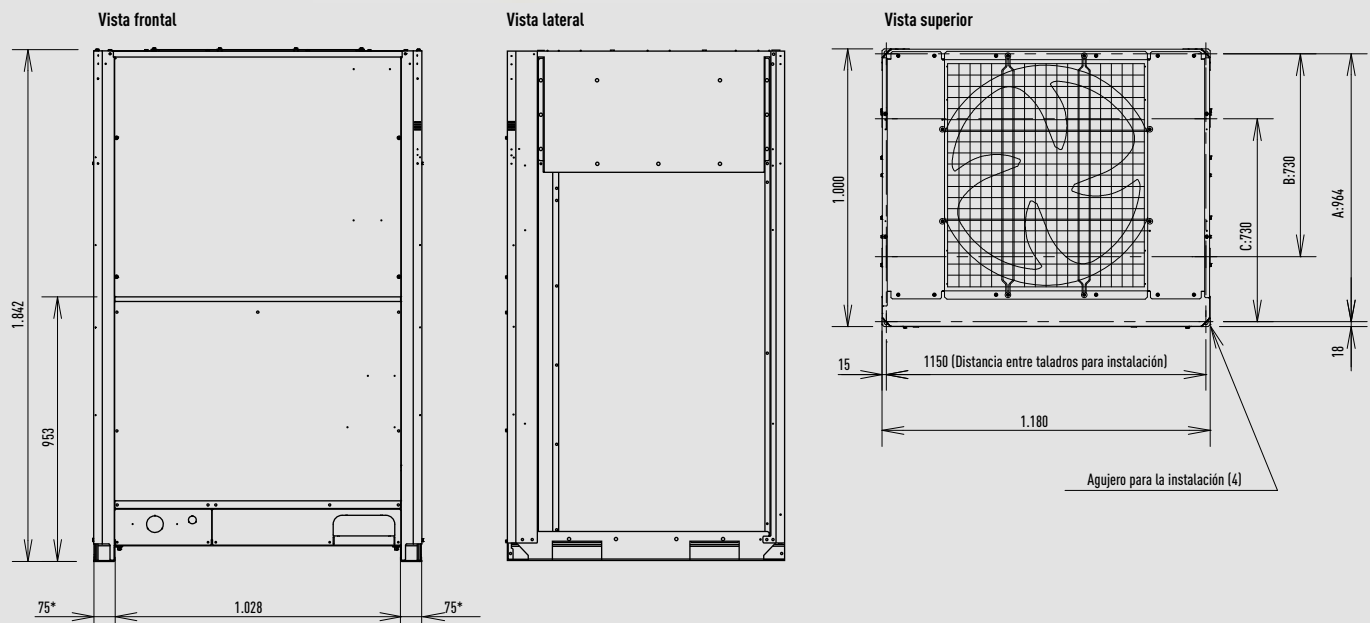
En función de la ubicación de la instalación se puede elegir la posición de encaje en la dirección de profundidad del perno de anclaje desde A, B o C.

- A: 964 (distancia entre taladros para instalación) (las tuberías emergen desde la parte frontal)
- B: 730 (distancia entre taladros para instalación) \* (La tubería es orientada desde el fondo)
- C: 730 (distancia entre taladros para instalación)

\* Soporte de fijación de la instalación. Lado de la instalación

Dimensiones: mm

ECOi EX ME2 Serie 12 / 14 / 16 HP de dos tubos



En función de la ubicación de la instalación se puede elegir la posición de encaje en la dirección de profundidad del perno de anclaje desde A, B o C.

- A: 964 (distancia entre taladros para instalación) (las tuberías emergen desde la parte frontal)
- B: 730 (distancia entre taladros para instalación) \* (La tubería es orientada desde el fondo)
- C: 730 (distancia entre taladros para instalación)

\* Soporte de fijación de la instalación. Lado de la instalación

Dimensiones: mm

# TBSI65 TRADE

Luminaria empotrable de fluorescencia lineal TL5.

Materiales	Chapa de acero prelacada en blanco
Fuente de luz	3 y 4 lámparas 14W y 2 lámparas 28W, incluidas
Equipos	HF (Precaldeo no recomendado para encendidos múltiples, p. ej. detector de presencia), HFP y HFR-E (Regulación con Actilume solo hasta el 20%)
Ópticas	C6, C3 y M2, específicas para TL5, con paneles intermedios lisos.
Instalación	Para techos de perfil visto solamente, acceso al conector mediante portezuela, de modo que no hace falta abrir la luminaria para su conexión.
Otras Opciones Disponibles	Lámparas color 830 bajo pedido



## TBSI65 C6 (Óptica OLC, aluminio brillo)

Class I IP 20 CE

Equipo electrónico HF/HF-P		EOC	EUROS
TBSI65	2xTL5-28W/840 HF C6	88814600	85,00
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFP C6	05286900	109,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HF C6	88808500	80,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFP C6	05266100	104,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HF C6	88802300	84,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFP C6	05276000	108,00

Equipo HFR		EOC	EUROS
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFR-E C6	05290600	152,00
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFR-E C6 LX	05292000	179,00
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFR-E C6 ACL	05291300	280,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFR-E C6	05270800	145,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFR-E C6 LX	05272200	172,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFR-E C6 ACL	05271500	273,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFR-E C6	05280700	151,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFR-E C6 LX	05282100	178,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFR-E C6 ACL	05281400	279,00

Equipo HFD		EOC	EUROS
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFD C6	05312500	183,00
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFD C6 ACL	05299900	345,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFD C6	05308800	167,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFD C6 ACL	05294400	329,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFD C6	05310100	182,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFD C6 ACL	05297500	344,00

Versiones con emergencia		EOC	EUROS
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFP C6 EL1	05345300	263,00
TBSI65	2xTL5-28W/840 HFP C6 EL3	05346000	293,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFP C6 EL1	05329300	231,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HFP C6 EL3	05330900	231,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFP C6 EL1	05337800	237,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HFP C6 EL3	05338500	237,00

## TBSI65 C3 (Lamas planas, aluminio mate y laterales aluminio brillantes)

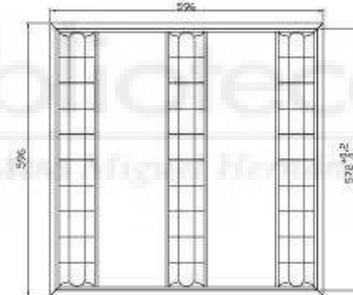
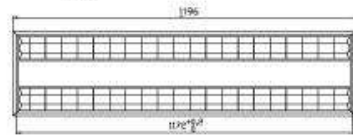
Class I IP 20 CE

Equipo Electrónico HF		EOC	EUROS
TBSI65	2xTL5-28W/840 HF C3	88813900	80,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HF C3	88807800	76,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HF C3	88801600	77,00

## TBSI65 M2 (Aluminio mate, lamas planas estriadas)

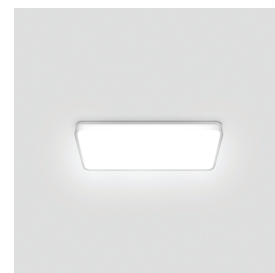
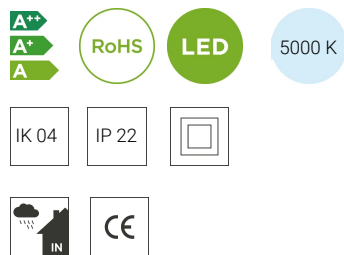
Class I IP 20 CE

Equipo Electrónico HF		EOC	EUROS
TBSI65	2xTL5-28W/840 HF M2	88812200	84,00
TBSI65	3xTL5-14W/840 HF M2	88806100	79,00
TBSI65	4xTL5-14W/840 HF M2	88800900	83,00



TBSI65 4X14 C6





**Modelo: MCA-4310 M SLIM IP22**

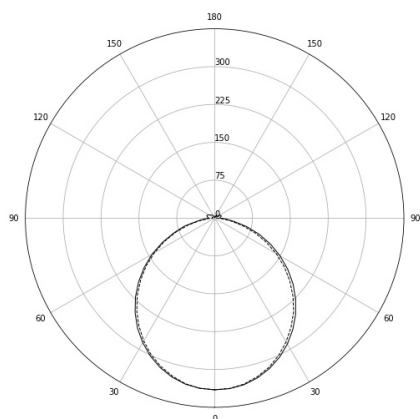
**Referencia: 431011011802ABL**

Bloque autónomo de alumbrado de emergencia para uso en interior, modelo MCA-4310 M SLIM IP22, acabado en color blanco, referencia 431011011802ABL "LLEDÓ". Lámpara LED 850, flujo luminoso de 180 lm, temperatura de color de 5000 K, potencia 1.5 W y eficacia luminosa de 120 lm/W. Tensión de entrada de 220-240 V, protección contra impactos IK 04, índice de protección IP 22 y clasificación energética A++.

## Características

Material	Cuerpo de policarbonato	Potencia	1.5 W
Color	blanco	Flujo luminoso	180 lm
Peso	0.4 Kg	Eficacia luminosa	120 lm/W
Índice protección	IP 22	Temperatura de color	5000 K
Protección impactos	IK 04	Reproducción cromática	CRI >80
Instalación	Empotrada o superficie	Apertura del haz	Superextensivo, 112°
Equipo electrónico	Incluido, no regulable.	Clasificación energética	A++
Tensión de entrada	220-240 Vac	Autonomía	1 hora
Frecuencia nominal	50-60 Hz	Funcionamiento	Permanente / No permanente
Clase de aislamiento	Clase II	Tiempo de recarga	24 horas
Fuente de luz	LED 850	Batería	Ni-Cd

## Distribución lumínica



— C0-C180  
- - - C90-C270

## Dimensiones

Dimensiones (largo x ancho x alto): 291 x 125 x 36.5 mm

