

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Diseño óptimo de envolvente e instalaciones en edificio terciario

Autor: Claudia Jurado Camacho

Tutor: José Luis Molina Félix

Departamento de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



Sevilla, 2021



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Diseño óptimo de envolvente e instalaciones en edificio terciario

Autor:

Claudia Jurado Camacho

Tutor:

José Luis Molina Félix

Catedrático de Universidad

Departamento de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Trabajo Fin de Grado: Diseño óptimo de envolvente e instalaciones en edificio terciario

Autor: Claudia Jurado Camacho

Tutor: José Luis Molina Félix

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2021

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis amigos

A mis maestros

RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Grado, con título *Diseño óptimo de envolvente e instalaciones en edificio terciario*, nace de la creciente preocupación por mejorar la eficiencia energética de los edificios existentes. Para ello, se cuenta con un edificio de uso administrativo situado en la localidad de Ciudad Real.

En primer lugar, se realizará el modelado del edificio de oficinas mediante la *Herramienta Unificada Lider Calener (HULC)*, la cual permite obtener la calificación energética del mismo en base al cumplimiento del *Documento Básico de Ahorro de Energía* del *Código Técnico de la Edificación*.

Tras esto, se analizarán posibles mejoras tanto en la envuelta del edificio como en las instalaciones de climatización, iluminación y agua caliente sanitaria, que posibiliten una reducción de las demandas y, por tanto, el consumo de energía final. Además, se incluirán sistemas basados en la utilización de energía renovable para la producción de agua caliente sanitaria y de energía eléctrica.

Finalmente, las combinaciones de mejoras propuestas se evaluarán económicamente tomando como criterio el coste del ciclo de vida. Esto supondrá obtener la combinación óptima de mejoras aplicadas a la envolvente y las instalaciones que cumpla la normativa y sea favorable desde la perspectiva económica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-------------|
| RESUMEN | IX |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | XI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XIII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XVII |
| 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Justificación y motivación del proyecto..... | 1 |
| 1.2 Objetivos del proyecto y metodología de trabajo..... | 1 |
| 1.3 Evolución de la eficiencia energética..... | 2 |
| 1.4 Certificación de la eficiencia energética de los edificios | 3 |
| 2 DESCRIPCIÓN Y USO DEL EDIFICIO OBJETO | 7 |
| 2.1 Emplazamiento geográfico..... | 7 |
| 2.2 Geometría, zonificación y uso del edificio..... | 8 |
| 3 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL | 13 |
| 3.1 Definición de la geometría constructiva | 13 |
| 3.2 Determinación de la demanda energética..... | 20 |
| 3.3 Comprobación sección HE-1 | 31 |
| 3.4 Modelización de sistemas en HULC..... | 32 |
| 3.5 Comprobación sección HE-0 | 35 |
| 3.6 Resultados de la certificación energética inicial | 36 |
| 4 ESTUDIO DE MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO | 39 |
| 4.1 Situación inicial. Definición de las propuestas de mejora | 39 |
| 4.2 Mejoras en la envolvente térmica | 40 |
| 4.3 Mejoras en las instalaciones..... | 48 |
| 5 ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA | 55 |
| 5.1 Mejoras en la envolvente | 55 |
| 5.2 Mejoras en los sistemas..... | 59 |
| 5.3 Resultados certificación energética del caso óptimo..... | 64 |
| 5.4 Presupuesto del caso óptimo | 66 |
| 6 CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS | 67 |
| 6.1 Conclusiones | 67 |
| 6.2 Desarrollos futuros..... | 67 |
| REFERENCIAS | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1. Modelo de etiqueta de eficiencia energética. Fuente: Calificación de la eficiencia energética de los edificios (IDAE, 2015). | 4 |
| Figura 2.1. Situación del edificio de oficinas objeto de análisis en la localidad de Ciudad Real. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth. | 7 |
| Figura 2.2. Orientación del edificio de oficinas objeto de análisis. Fuente: Elaboración propia. . | 8 |
| Figura 2.3. Maqueta del edificio en HULC. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 9 |
| Figura 2.4. Zonificación de la planta sótano. Fuente: Elaboración propia. | 10 |
| Figura 2.5. Zonificación de la planta baja. Fuente: Elaboración propia. | 10 |
| Figura 2.6. Zonificación de las plantas 1, 2, 3 y 4 (planta tipo). Fuente: Elaboración propia. | 10 |
| Figura 3.1. Pestaña de datos generales en HULC. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 14 |
| Figura 3.2. Definición de la solera en contacto con el terreno. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 15 |
| Figura 3.3. Definición del forjado entre plantas. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 15 |
| Figura 3.4. Definición de la cubierta. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 16 |
| Figura 3.5. Definición del muro vertical del sótano en contacto con el terreno. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 16 |
| Figura 3.6. Definición del muro exterior o fachada. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 17 |
| Figura 3.7. Definición del tabique interior. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 17 |
| Figura 3.8. Definición de ventanas. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 18 |
| Figura 3.9. Definición de puertas. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 18 |
| Figura 3.10. Ejemplo de declaración de cargas asociadas a fuentes internas. Fuente: Elaboración propia en Tekton3D. | 26 |
| Figura 3.11. Maqueta del edificio de oficinas objeto de análisis. Fuente: Elaboración propia en Tekton3D. | 27 |
| Figura 3.12. Comprobación sección HE-1 de la situación actual. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 31 |
| Figura 3.13. Cálculo de las demandas de refrigeración y calefacción en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 32 |
| Figura 3.14. Ejemplo catálogo unidad interior. | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.15. Comprobación sección HE-0 de la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 35 |
| Figura 3.16. Resultados de demanda, consumos de energía y emisiones en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 36 |
| Figura 3.17. Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC. | 37 |
| Figura 3.18. Calificación energética del edificio en emisiones en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 37 |
| Figura 3.19. Calificaciones parciales de las demandas energéticas de calefacción y refrigeración en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 37 |
| Figura 4.1. Inyección de aislamiento en cámara de aire. Fuente: Google Imágenes..... | 41 |
| Figura 4.2. Detalle constructivo trasdosado interior. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes. | 41 |
| Figura 4.3. Detalle constructivo sistema SATE. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes. | 42 |
| Figura 4.4. Detalle revestimiento placas de yeso y lana mineral. Fuente: Elaboración propia a partir de Soluciones de aislamiento con lana mineral (IDAE, 2008). | 43 |
| Figura 4.5. Detalle aislamiento térmico de suelo en contacto con el terreno. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes. | 44 |
| Figura 4.6. Detalle ventana con rotura de puente térmico. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes..... | 45 |
| Figura 4.7. Vidrio doble bajo emisivo. Fuente: Google Imágenes..... | 45 |
| Figura 4.8. Esquema instalación con recuperación de calor. Fuente: Elaboración propia. | 50 |
| Figura 4.9. Esquema de una instalación de energía solar térmica. Fuente: Google Imágenes. | 52 |
| Figura 4.10. Esquema de funcionamiento de una caldera de condensación. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes. | 53 |
| Figura 5.1. Comprobación sección HE-1 de la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 64 |
| Figura 5.2. Comprobación sección HE-0 de la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 64 |
| Figura 5.3. Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 65 |
| Figura 5.4. Calificación energética del edificio en emisiones en la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC..... | 65 |

Figura 5.5. Calificaciones parciales de las demandas energéticas de calefacción y refrigeración en la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC..... 66

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.1 Calificación energética e índices para edificios de uso distinto al residencial privado (vivienda). Fuente: Calificación de la eficiencia energética de los edificios (IDAE, 2015). | 5 |
| Tabla 3.1. Dimensiones de las ventanas. Fuente: Elaboración propia. | 19 |
| Tabla 3.2. Transmitancias térmicas lineales de puentes térmicos asociadas por defecto. Fuente: HULC..... | 19 |
| Tabla 3.3. Condiciones interiores de diseño. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013)..... | 20 |
| Tabla 3.4. Nivel de acondicionamiento de los espacios. Fuente: Elaboración propia. | 21 |
| Tabla 3.5. Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013)..... | 21 |
| Tabla 3.6. Categorías de calidad del aire exterior. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013). | 22 |
| Tabla 3.7. Clases de filtración. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013)..... | 22 |
| Tabla 3.8. Volumen del edificio por plantas. Fuente: Elaboración propia..... | 22 |
| Tabla 3.9. Resultados del número de renovaciones por hora para cada espacio. Fuente: Elaboración propia. | 23 |
| Tabla 3.10. Densidades de ocupación en función del tipo de actividad del espacio. Fuente: Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio (Ministerio de Fomento, 2019). | 24 |
| Tabla 3.11. Valores de iluminancia según el uso del espacio. Fuente: Elaboración propia a partir de la Norma UNE EN 12464-1 (AENOR, 2012)..... | 25 |
| Tabla 3.12. Cargas térmicas de la planta sótano. Fuente: Elaboración propia. | 28 |
| Tabla 3.13. Cargas térmicas de la planta baja. Fuente: Elaboración propia..... | 28 |
| Tabla 3.14. Cargas térmicas de la primera planta. Fuente: Elaboración propia. | 29 |
| Tabla 3.15. Cargas térmicas de la cuarta planta. Fuente: Elaboración propia..... | 30 |
| Tabla 3.16. Cálculo de la demanda mensual de energía para ACS. Fuente: Elaboración propia. | 34 |
| Tabla 4.1. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: Elaboración propia..... | 39 |
| Tabla 4.2. Transmitancia total de energía solar de huecos con dispositivos de sombra móvil. Fuente: Elaboración propia. | 46 |
| Tabla 4.3. Resistencias térmicas superficiales. Fuente: Elaboración propia. | 47 |

| | |
|--|----|
| Tabla 4.4. Resultados espesor de aislamiento óptimo. Fuente: Elaboración propia. | 48 |
| Tabla 4.5. Transmitancias térmicas lineales de puentes térmicos. Fuente: Grupo de Termotecnia. | 48 |
| Tabla 4.6. Tipos de luminarias según el área de uso y datos de las luminarias escogidas. Fuente: Elaboración propia. | 51 |
| Tabla 4.7. Contribución solar mensual del sistema de captadores solares. Fuente: Elaboración propia..... | 53 |
| Tabla 5.1. Resumen de medidas de mejora sobre la envolvente. Fuente: Elaboración propia.... | 55 |
| Tabla 5.2. Resultados HE-1 de mejoras aplicadas a la envolvente. Fuente: Elaboración propia. | 56 |
| Tabla 5.3. Coste del ciclo de vida de mejoras aplicadas a la envolvente. Fuente: Elaboración propia..... | 58 |
| Tabla 5.4. Resultados HE-0 con la mejora de los sistemas. Fuente: Elaboración propia..... | 60 |
| Tabla 5.5. Valores mensuales de la producción de energía eléctrica partir de una fuente de energía renovable. Fuente: Photovoltaic Geographical Information System, European Commission. | 61 |
| Tabla 5.6. Vida útil y coste anual de mantenimiento de los equipos. Fuente: Elaboración propia. | 62 |
| Tabla 5.7. Coste de los energéticos. Fuente: Grupo de Termotecnia. | 62 |
| Tabla 5.8. Coste del ciclo de vida de mejoras aplicadas a las instalaciones. Fuente: Elaboración propia..... | 63 |
| Tabla 5.9. Calificaciones parciales sistema ACS con caldera de condensación y de biomasa. Fuente: Elaboración propia. | 63 |
| Tabla 5.10. Resumen del presupuesto por capítulos. Fuente: Elaboración propia. | 66 |

1 INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

El creciente consumo de energía debido principalmente al aumento poblacional y al crecimiento socioeconómico de las naciones, ha puesto en el punto de mira la necesidad de implementar sistemas más eficientes que consigan reducir el empleo de recursos energéticos limitados y su impacto en el medio ambiente.

La rehabilitación energética de los edificios persigue no solo mejorar las condiciones de confort y habitabilidad en un edificio existente, sino que también es un gran incentivo económico gracias a la revalorización al alza del mismo y el ahorro en los gastos energéticos.

Los edificios terciarios como el presentado en este proyecto juegan un papel muy importante en las emisiones de gases contaminantes, al ser uno de los mayores consumidores de la energía que se genera en el planeta, y que en su mayoría proviene de combustibles fósiles. Además, gran parte de esta energía es destinada a climatizar los edificios, por lo que es importante promover medidas que reduzcan los costes y aumenten la eficiencia en el uso de la energía por parte de las distintas actividades derivadas del uso y construcción de los edificios.

La principal motivación del proyecto presentado es la implementación de mejoras en la envolvente e instalaciones de un edificio de oficinas que permita reducir los consumos de energía y mejorar su calificación energética, aspecto de notable importancia en la actualidad.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

Siguiendo con lo contenido en el apartado anterior, los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de este proyecto son los enumerados a continuación:

- Revisión del procedimiento para la certificación energética de edificios.
- Reducción de las demandas energéticas del edificio objeto de proyecto.
- Mejora de las calidades constructivas del edificio en lo referente a los elementos que componen su envolvente.
- Renovación de las instalaciones de iluminación existentes en el interior del edificio.
- Actualización de la instalación de climatización por una más acorde al tipo de edificación y de mayor eficiencia.
- Incorporación de instalaciones térmicas y eléctricas a partir de fuentes de energía renovable.
- Adición de tecnologías novedosas presentes en el mercado actual relativas a la rehabilitación energética de edificios.

La estructura del presente documento se ha realizado en base a la metodología establecida para la consecución de los objetivos marcados anteriormente.

En el presente *Capítulo 1. Introducción* se ha comenzado con la justificación y presentación de los objetivos perseguidos con la realización del proyecto. En los siguientes apartados se expone la evolución presentada por la eficiencia energética a lo largo de la historia reciente, así como la certificación empleada para cuantificar esta: la etiqueta de eficiencia energética.

El proyecto continúa con la presentación del edificio y su situación geográfica. Tras esto, se exponen las plantas y espacios presentes en el edificio, acompañados de planos del mismo. Todos estos aspectos se muestran en el *Capítulo 2. Descripción y uso del edificio objeto*.

En el *Capítulo 3. Análisis energético de la situación actual*, se detallan los elementos constructivos del edificio en la situación actual, los datos exteriores e interiores para el cálculo de las cargas térmicas a vencer y el cálculo de los sistemas de iluminación, climatización y ACS. Este proceso ha llevado a la implementación del edificio en el programa *HULC*, permitiendo obtener la certificación energética inicial en base a los requerimientos establecidos por el *Código Técnico de la Edificación*.

Posteriormente, se ha realizado una selección de las mejoras encontradas en el mercado actual para la rehabilitación energética de la envolvente y las instalaciones de un edificio terciario, además de la incorporación de instalaciones que incorporen energías sostenibles como la biomasa, la solar térmica o la fotovoltaica. Esta información se encuentra en el *Capítulo 4. Estudio de medidas de ahorro energético*.

A continuación, basándose en las mejoras propuestas en el capítulo anterior, en el *Capítulo 5. Análisis energético y económico de las medidas de mejora*, se han valorado energética y económicamente dichas propuestas con el fin de obtener la óptima desde ambos puntos de vista. Tras esto, se ha obtenido la certificación final del edificio, así como el presupuesto necesario para acometer las mejoras seleccionadas.

Finalmente, en el *Capítulo 6. Conclusiones y desarrollos futuros* se aportan las conclusiones obtenidas del proyecto realizado acompañadas de posibles vías de desarrollo identificadas a lo largo de la realización del mismo.

Adicionalmente al presente documento se aportan los siguientes Anexos:

- Anexo I. Planos
- Anexo II. Hoja de cargas térmicas
- Anexo III. Certificaciones energéticas
- Anexo IV. Presupuesto

1.3 EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

A lo largo de la historia reciente se han llevado a cabo distintas actuaciones encaminadas a promover edificios más eficientes energéticamente.

Uno de los efectos de la crisis del petróleo de 1973, fue poner en el foco la dependencia energética existente, así como ser consciente del enorme riesgo que supone el cambio climático para la vida en el planeta. Muchos países se vieron obligados a adoptar medidas encaminadas a combatir la escasez de este recurso, lo que supuso una inevitable reducción de su actividad económica. Este hecho llevó a las empresas y a los particulares a tomar conciencia sobre la

importancia del ahorro energético y de un uso más eficiente de la energía, teniendo en cuenta que los recursos naturales se agotarán y que algunos de ellos, como los combustibles fósiles, son muy contaminantes.

En este sentido, pocos años después comenzaron a aparecer las primeras políticas orientadas a reducir las emisiones de CO₂ y a mitigar los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero, encontrando soluciones energéticas que permitan mantener el ritmo de crecimiento mundial actual sin perjudicar al medio ambiente.

Primeramente, en 1987 se publica el Informe Brundtland, en el que se definió por primera vez el término de desarrollo sostenible y que supuso un cambio muy importante en la idea de sustentabilidad ecológica, lo que lo ha llevado a convertirse en un referente del desarrollo sostenible. Seguidamente, en 1992, se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En ella, se reconoce el problema que supone el cambio climático y establece el objetivo de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera para impedir interferencias antropogénicas peligrosas para el sistema climático. La Convención puso en marcha en 1997 el Protocolo de Kioto, elaborado en respuesta a un informe en el que se concluía que el clima ya había empezado a cambiar a consecuencia de las emisiones de GEI. El Protocolo de Kioto establece objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los países industrializados y fija un calendario de cumplimiento. Debido a que el Protocolo de Kioto solo cubre una parte de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, se constató que era necesario emprender acciones adicionales para cumplir con el objetivo de la CMNUCC. En este sentido, el Acuerdo de París de 2015, tiene como objetivo mantener el calentamiento mundial muy por debajo de los 2 °C, buscando la cooperación de todos los países para hacer frente a los efectos del cambio climático y adaptarse a sus efectos.

En el ámbito de la Unión Europea, en 2008 se aprobó el Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático 2013-2020, en el que se establecen objetivos relativos a energías renovables, eficiencia energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, además de introducir conceptos hasta ahora desconocidos como la captura y el almacenamiento de carbono. Otras medidas adoptadas en este aspecto por la UE son la hoja de ruta 2050 y el Marco 2030, en los que se proponen nuevos objetivos y se da continuidad a las medidas ya acordadas.

1.4 CERTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

El Parlamento Europeo aprobó en 2002 un procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, al que se le unió años más tarde la certificación correspondiente para edificios existentes. Con esta certificación, se busca dar a conocer a futuros compradores o usuarios de un edificio, información sobre el mismo en materia de eficiencia energética y su consumo real, para que puedan ser comparados y favorecer a aquellos que sean considerados de alta eficiencia y que inviertan en el ahorro de energía (según la *Directiva 2010/30/UE*). Como resultado del cálculo de la demanda de energía según lo establecido en los documentos reconocidos para su cálculo, se obtiene la calificación energética, expresión de la eficiencia de un edificio cuyo contenido se expresa mediante indicadores a través de una etiqueta de eficiencia energética.

1.4.1 ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Siguiendo con la idea contenida en el apartado anterior, el *RD 235/2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios*, regula la utilización de un único distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de

eficiencia energética, que debe ser exhibida obligatoriamente en los edificios de pública concurrencia.

Según lo recogido en el mencionado *RD 235/2013*, el certificado de eficiencia energética de un edificio debe contener como mínimo la siguiente información:

- Identificación del edificio o de la parte del mismo que se certifica, incluyendo su referencia catastral.
- Indicación del procedimiento utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética.
- Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.
- Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.
- Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.
- Para los edificios existentes, documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de la parte de este, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes.

En la Figura 1.1, se presenta un modelo de etiqueta de eficiencia energética, acompañado de los aspectos más importantes contenidos en ella.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EXISTENTE ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación: Tipo de edificio: **1**

Dirección:

Municipio:

C.P.:

C. Autónoma:

Referencia/s catastral/es:

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

| Calificación | Consumo de energía (kwh / m² año) | Emisiones (kg CO ₂ / m² año) |
|--------------------------|-----------------------------------|---|
| A más eficiente | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| B | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| C | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| D | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| E | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| F | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| G menos eficiente | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

REGISTRO

5

Válido hasta dd/mm/aaaa

BORRAR TODO

ESTADÍSTICAS RECOMENDACIONES

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 1.1. Modelo de etiqueta de eficiencia energética. Fuente: Calificación de la eficiencia energética de los edificios (IDAE, 2015).

- 1) **Datos del edificio:** en este apartado se recogen datos como el tipo de edificio, referencia catastral, dirección, localidad, código postal y la normativa vigente para la rehabilitación/construcción del edificio.
- 2) **Escala de calificación energética:** el edificio se clasifica según su consumo en una escala compuesta por siete letras, siendo A la mejor calificación (más eficiente) y G la peor calificación (menos eficiente). Los rangos de cada uno de estos niveles varían dependiendo de si es un edificio de uso residencial privado o si se trata de edificios destinados a otros usos. En la Tabla 1.1 se recogen los valores para edificios de uso distinto al residencial privado, al ser el caso en el que se enmarca el edificio de oficinas objeto de este proyecto. El índice de calificación energética (C) es el cociente entre el valor del indicador estimado para el edificio a certificar y el valor del indicador correspondiente al edificio de referencia; donde el indicador puede ser el consumo anual de energía primaria no renovable (grupo 3) o las emisiones anuales de CO₂.

Tabla 1.1 Calificación energética e índices para edificios de uso distinto al residencial privado (vivienda). Fuente: Calificación de la eficiencia energética de los edificios (IDAE, 2015).

| Calificación | | Índice | |
|--------------|--------|--------|--------|
| A | | C | < 0,40 |
| B | 0,40 ≤ | C | < 0,65 |
| C | 0,65 ≤ | C | < 1,00 |
| D | 1,00 ≤ | C | < 1,30 |
| E | 1,30 ≤ | C | < 1,60 |
| F | 1,60 ≤ | C | < 2,00 |
| G | 2,00 ≤ | C | |

- 3) **Consumo de energía** (expresada en kWh/m²·año): valor del consumo anual de energía primaria no renovable asociado a los servicios de calefacción, refrigeración, ACS, ventilación e iluminación.
- 4) **Emisiones de CO₂** (expresada en kg CO₂/m²·año): emisiones anuales de CO₂ debidas al consumo de energía del edificio asociado a los servicios de calefacción, refrigeración, ACS, ventilación e iluminación.
- 5) **Registro:** se indica el código asignado por el técnico certificador al registrar el certificado. También se indica la fecha máxima de vigencia del certificado, siendo esta de diez años.

1.4.2 **NORMATIVA APLICABLE**

La normativa de eficiencia energética en España refleja la preocupación existente por optimizar el uso de la energía. A lo largo de este proyecto, se hace referencia a diversas normas y manuales establecidos en materia de normativa de eficiencia energética, entre los que destacan los siguientes:

- **Código Técnico de la Edificación (CTE):** establece las exigencias que deben cumplir las edificaciones para satisfacer los requisitos de seguridad, funcionalidad y habitabilidad definidos en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). El Código Técnico se divide en un conjunto de normativas denominadas Documentos Básicos. En concreto, en este proyecto se ha atendido a lo especificado en el DB-SI y el DB-HE, en sus secciones HE-0, HE-1, HE-2, HE-3, HE-4 y HE-5.
- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE):** establece las condiciones a cumplir por las instalaciones destinadas para cubrir la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.

- **Real Decreto 235/2013**, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. En este documento se regula el certificado energético e introduce el uso obligado de la etiqueta de eficiencia energética.
- **Directiva 2010/30/UE**, relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada.

Los documentos presentados anteriormente han sufrido diversas modificaciones desde su publicación, teniendo en cuenta los nuevos objetivos y los niveles admisibles encaminados a conseguirlos. Además, la *Directiva de Eficiencia Energética 2010/30/UE* establece que los edificios deben alcanzar el mejor nivel de eficiencia posible con el menor coste, teniendo en cuenta los gastos originados al inicio y a lo largo del proyecto, así como establecer planes de revisión para implementar los avances tecnológicos que puedan resultar aprovechables.

2 DESCRIPCIÓN Y USO DEL EDIFICIO OBJETO

El presente capítulo tiene como objeto situar el edificio objeto de estudio y describir cuál es su uso. Para ello, se comienza con la situación del edificio en la localidad a la que pertenece, lo cual permite establecer la zona climática en la que se encuentra y su orientación, aspectos clave para analizar su eficiencia energética. Finalmente, se describe la geometría del edificio y el uso de cada uno de los espacios que lo conforman.

2.1 EMPLAZAMIENTO GEOGRÁFICO

El edificio seleccionado para la realización de este proyecto consiste en un edificio de oficinas situado en el municipio de Ciudad Real, perteneciente a la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha. En la Figura 2.1 se puede observar la situación de dicho inmueble sobre una imagen aérea de la población, estando ubicado éste en el suroeste de la misma.



Figura 2.1. Situación del edificio de oficinas objeto de análisis en la localidad de Ciudad Real. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

En el *Documento Básico HE de Ahorro de Energía* se establecen las zonas climáticas en las que se divide España. Una zona climática se entiende como aquella zona en la que se definen unas solicitaciones exteriores comunes a efectos del cálculo de la demanda energética. Para notarlas, se emplea una letra correspondiente a la severidad climática de invierno (A, B, C, D, E), y un

número correspondiente a la severidad climática de verano (1, 2, 3, 4). En la *Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica* del Apéndice B del citado documento, se puede obtener la zona climática en la que se enmarca una localidad partiendo de dos datos relativos a esta, como son su capital de provincia y la altitud de la parcela respecto al nivel del mar.

Conocer la zona climática en la que se encuentra el edificio es de gran importancia para analizar aspectos relativos a la eficiencia energética, así como para cuantificar sus necesidades energéticas. En base a la zona en la que se encuentre, se definen una serie de valores límite relativos a parámetros característicos de la envolvente térmica como pueden ser la transmitancia térmica o la permeabilidad al aire de los huecos. Con estos valores orientativos se pueden adoptar soluciones constructivas que conducirán a un edificio que cumpla la exigencia energética establecida.

En base a lo anterior, y situándose Ciudad Real a una altitud de 628 m sobre el nivel del mar, la zona climática en la que se encuentra el edificio objeto es la D3, correspondiendo por tanto a un invierno de severidad alta y a un verano también de severidad alta.

Otro de los datos relativos a la situación del edificio y que se necesita conocer para su introducción en los programas empleados es su orientación, ya que la orientación de las fachadas determinará las ganancias de calor que se producen a través de los elementos de la envolvente. Para caracterizar la orientación de una fachada, se mide el ángulo formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, en sentido horario. Para el edificio seleccionado, la orientación de la fachada trasera es Noroeste, según se recoge en la Figura 2.2.

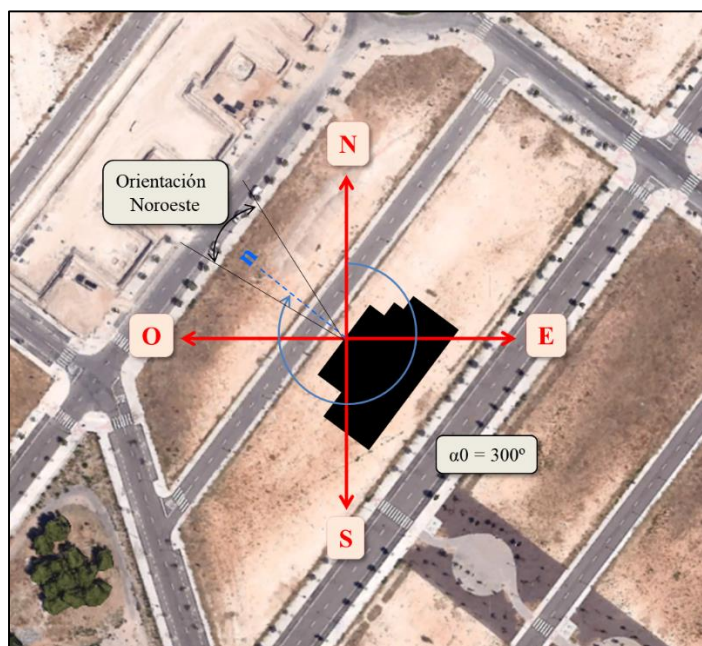


Figura 2.2. Orientación del edificio de oficinas objeto de análisis. Fuente: Elaboración propia.

2.2 GEOMETRÍA, ZONIFICACIÓN Y USO DEL EDIFICIO

La planta del edificio tiene forma de T invertida con un pequeño saliente en la parte superior derecha, en el que se ubica una de las escaleras. El espacio ocupado en planta por el edificio es de 894,38 m², siendo sus dimensiones exteriores de 47,76 m de largo y 22,71 m de ancho.

El edificio consta de seis alturas repartidas en: una planta sótano, la planta baja, cuatro plantas dedicadas a oficinas y la cubierta (ver Figura 2.3). Cada una de las plantas está destinada a un uso distinto, en base a las diferentes estancias que se encuentran en ellas, los cuales se describen a continuación:

- La **planta sótano**, situada a una cota relativa de -3,7 m, está destinada en su totalidad a archivos, para servir como almacén de los documentos que generen las empresas instaladas en el edificio. A esta planta se puede acceder mediante el ascensor o haciendo uso de la escalera situada en la esquina superior derecha.
- En la **planta baja** se encuentra la entrada al edificio, situada a una cota relativa de +0,0 m. En esta planta se puede encontrar una cafetería con cocina, además de la recepción, unos baños y varias oficinas. Además, como en cada planta, hay un cuarto de mantenimiento que alberga las calderas. La planta baja dispone de un patio interior que da luz a las distintas estancias y al pasillo de las plantas superiores. Se tienen dos núcleos de escaleras, el citado en la planta sótano y otro situado en la fachada posterior dividido en dos tramos.
- Las **plantas primera, segunda, tercera y cuarta** (referidas en adelante como “planta tipo”), situadas a cotas relativas de +4,0 m, +7,5 m, +11,0 m y +14,5 m respectivamente, tienen idéntica distribución, y contienen numerosas oficinas, zonas comunes de paso, así como un cuarto de mantenimiento y un baño en cada una de ellas.
- En lo referente a la **cubierta**, esta se sitúa a una cota relativa de +18,0 m y es una cubierta plana transitable en la que se localizarán los equipos de climatización. Dispone de un muro perimetral para proteger de caídas al personal de mantenimiento que transite esta zona.

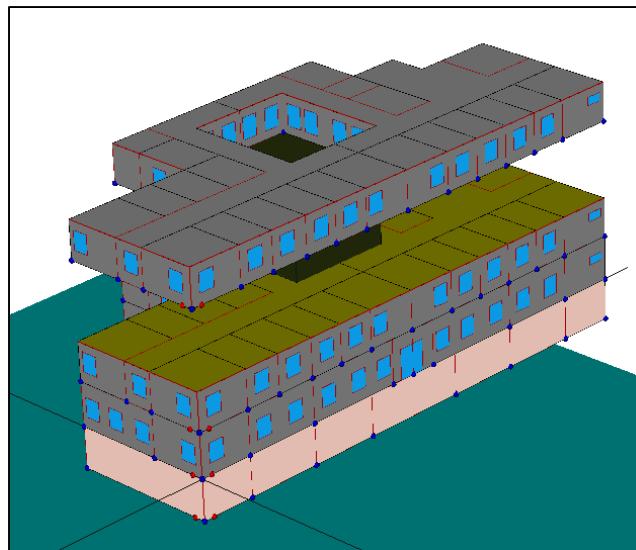


Figura 2.3. Maqueta del edificio en HULC. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Una vez descritas las distintas áreas en las que se divide el edificio por plantas, es necesario realizar una zonificación de las mismas. Este aspecto es de especial importancia de cara a la definición del edificio en la *Herramienta Unificada Lider Calener (HULC)*, en la que los planos de cada planta deben introducirse con ciertas condiciones para la correcta generación de los distintos elementos constructivos que conforman el edificio. Cada espacio debe definirse mediante un contorno cerrado en una capa distinta, no intersectándose con el de otro espacio colindante. Además, los vértices de las distintas plantas deben estar situados en la misma vertical y tener dimensiones exteriores idénticas. La zonificación mencionada de cada una de las plantas queda recogida en la Figura 2.4, la Figura 2.5 y la Figura 2.6.

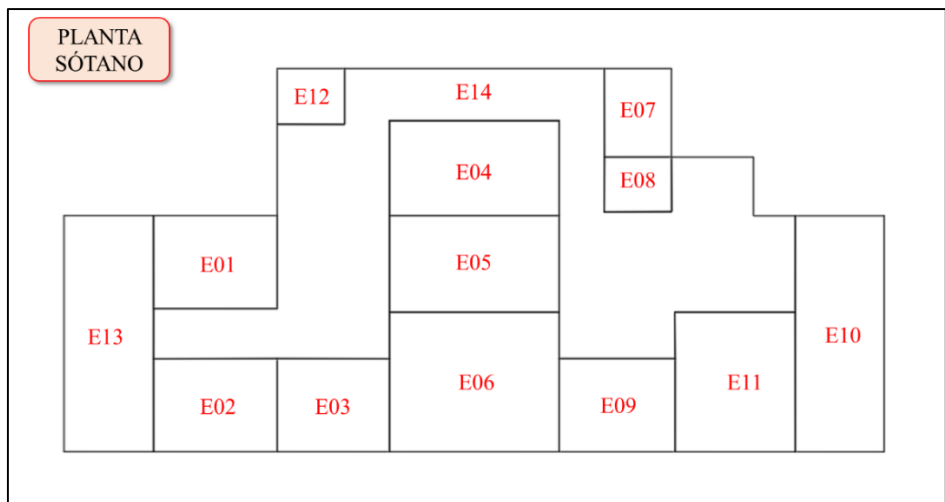


Figura 2.4. Zonificación de la planta sótano. Fuente: Elaboración propia.

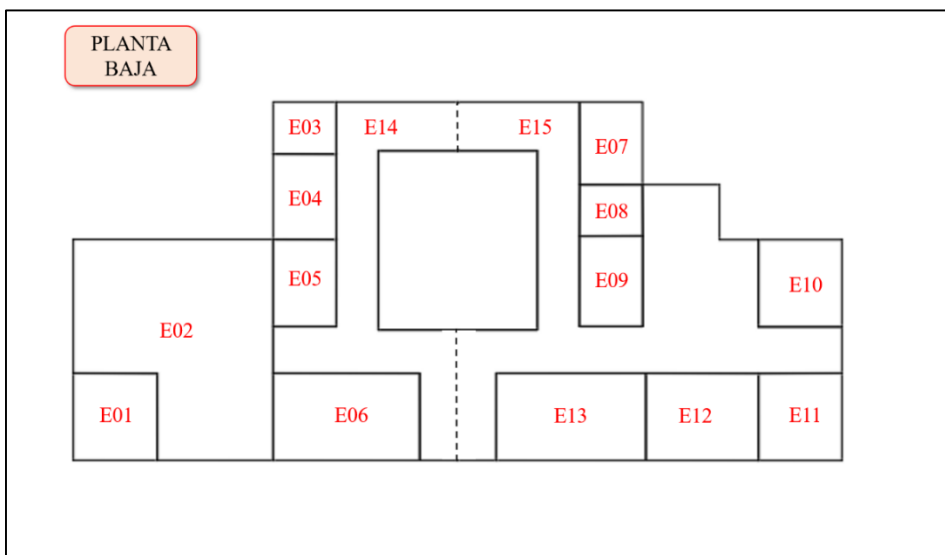


Figura 2.5. Zonificación de la planta baja. Fuente: Elaboración propia.

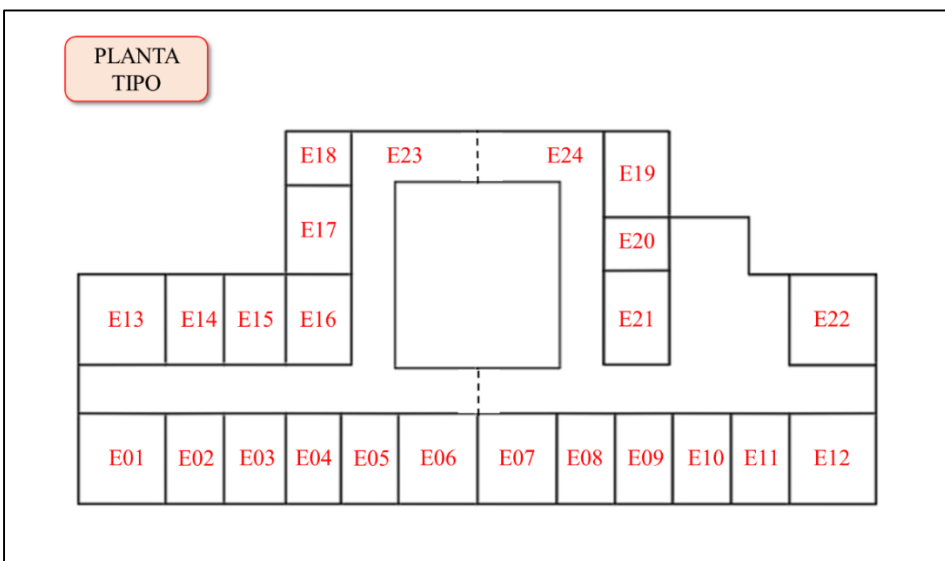


Figura 2.6. Zonificación de las plantas 1, 2, 3 y 4 (planta tipo). Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en los esquemas correspondientes a la planta baja y a la planta tipo, las zonas del pasillo y las escaleras están formadas por dos espacios. Esto es debido a que, para la correcta generación de los espacios en *HULC*, no puede definirse un polígono que a su vez contenga otro en su interior, como sucedería con el patio interior. Por tanto, se ha optado por esta solución para solventar el problema.

Asimismo, es importante señalar que la nomenclatura utilizada en *HULC* comienza desde el sótano, por lo que, en adelante, el sótano será “P01”, la planta baja “P02”, la planta primera “P03” y la planta cuarta “P04”. Las plantas segunda y tercera se excluyen del cálculo puesto que se consideran adiabáticas, al tener idénticas condiciones con las plantas colindantes. Esta característica del edificio se introduce en la *Herramienta Unificada Lider Calener* marcando la opción de “multiplicador” al introducir el plano de una planta.

3 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Conocer la situación inicial en la que se encuentra un edificio es un aspecto fundamental cuando lo que se pretende es aplicar mejoras para mejorar su calificación energética y disminuir su consumo y costes asociados.

Con este fin, el presente capítulo trata de recoger todos los datos de partida del edificio, tanto los relativos a su envolvente como los de las instalaciones existentes, para poder definirlos en la herramienta de cálculo. Para ello, se comienza con la definición de su geometría constructiva, analizando cada uno de los elementos que la componen. Seguidamente, se procede a la determinación de la demanda energética del edificio, partiendo de datos como las solicitaciones exteriores o interiores y las cargas térmicas necesarias para vencerlas. Finalmente, se comprueba el cumplimiento de las distintas secciones establecidas en materia de eficiencia energética y se analiza la calificación energética obtenida.

3.1 DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA CONSTRUCTIVA

3.1.1 DATOS GENERALES

El primer paso para la definición del edificio en *HULC* es proporcionarle al programa datos generales sobre el caso, que permitan definir sus características.

En primer lugar, es necesario introducir el tipo de caso a verificar, tratándose en este caso de una reforma en un edificio existente en la que se va a sustituir más del 25% de su envolvente térmica con cambios sustanciales en los sistemas de climatización y ACS de los que se parte. Por otra parte, se selecciona el tipo de edificio, que en el caso objeto del proyecto es un pequeño o mediano terciario. Esta definición de parámetros continúa con la localidad en la que se ubica el edificio, así como la altitud (628 m) y la zona climática (D3), para asociar los datos climáticos pertinentes. Seguidamente, se indica el nivel de ventilación del edificio, cuya obtención se detalla en el *Apartado 3.2.4 Cálculo del número de renovaciones por hora*, siendo su valor de 1,24 renovaciones por hora. Por último, se selecciona el tipo de uso por defecto de los espacios habitables del edificio, siendo en este caso un edificio de carga media de las fuentes internas (entre 6 W/m² y 9 W/m²) y con un periodo de utilización tipo de 12 horas correspondiente a un edificio de oficinas con jornada laboral partida. En la Figura 3.1 se encuentra la declaración de todos estos datos en el programa *HULC*.

Con los parámetros definidos anteriormente, el programa verificará el cumplimiento de las secciones HE-0 y HE-1 del *Código Técnico de la Edificación (CTE)* y emitirá un certificado de eficiencia energética del edificio, del que se partirá para realizar una serie de mejoras que conduzcan a la mejora de la citada eficiencia.

Definición del caso

Verificación CTE-HE y Certificación de Eficiencia Energética

Edificio NUEVO
 Edificio EXISTENTE: Ampliación
 Edificio EXISTENTE: Cambio de uso
 Edificio EXISTENTE: Reforma
 > 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS
 > 25% envolvente con cambio de sistemas climatización
 > 25% envolvente con cambio de sistemas ACS
 > 25% envolvente sin cambio de sistemas
 < 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS
 < 25% envolvente con cambio de sistemas climatización
 < 25% envolvente con cambio de sistemas ACS
 < 25% envolvente sin cambio de sistemas

Solo Certificación de Eficiencia Energética

Edificio EXISTENTE: Solo Certificación

Localidad, Datos Climáticos

Comunidad autónoma: Castilla la Mancha

Provincia: Ciudad Real

Localidad: Ciudad Real

Altitud: 628,00 m

Zona climática: D3

Peninsular
 Extrapeninsular

Tipo de edificio

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

Ventilación inicial de los espacios habitables del edificio

Número de renovaciones hora: 1,24

Valores por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso: I_Media-12h-Acondicionado

Figura 3.1. Pestaña de datos generales en HULC. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Además de la pestaña de datos generales, el programa tiene otra serie de apartados en los que se pueden rellenar datos referentes al proyecto (nombre, uso del edificio, localización, normativa vigente para la rehabilitación) y al certificador, así como propios de las fuentes de energía eléctrica renovable instalada o los factores de paso de energía final.

3.1.2 DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica de un edificio está formada por todos los cerramientos que limitan con el ambiente exterior y por las particiones interiores, además de sus puentes térmicos, que delimitan los espacios habitables del edificio o parte del mismo. La envolvente sirve de aislamiento térmico, por lo que un buen diseño reduce el ahorro de energía y proporciona bienestar a los ocupantes. En los siguientes subapartados, se definen cada uno de los elementos de los que está compuesta la envolvente térmica de un edificio. Cabe mencionar que, a falta de datos de las composiciones de los distintos cerramientos del edificio objeto, estas se han estimado en base a las soluciones constructivas estándar recogidas en la *Guía de aplicación del DB HE 2019*.

3.1.2.1. Cerramientos opacos

Se entiende como cerramiento opaco los paramentos (muros exteriores y particiones interiores horizontales o verticales), suelos y cubiertas. Para el modelado del edificio en HULC, se ha creado una base de datos compuesta por tres tipos de cerramientos horizontales y tres tipos de cerramientos verticales. Tal y como indica la ayuda del programa, los cerramientos horizontales se definen añadiendo los materiales que lo componen desde arriba hacia abajo; mientras que, en el caso de los verticales, este proceso se realiza ordenándolos del exterior al interior. En las siguientes figuras puede observarse la definición realizada en HULC para los distintos tipos de cerramientos considerados:

■ Cerramientos horizontales:

Grupo MisCerramientosHorizontales

Nombre CONTACTO_TERRENO

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,020 | 1,000 | 2000 | 800 | |
| 2 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,020 | 0,400 | 875 | 1000 | |
| 3 | EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/mK] | 0,020 | 0,038 | 30 | 1000 | |
| 4 | FR entreligado de hormigón $d < 1200$ con | 0,300 | 1,875 | 1185 | 1000 | |
| 5 | Hormigón armado $d > 2500$ | 0,020 | 2,500 | 2600 | 1000 | |
| 6 | Tierra vegetal [$d < 2050$] | 0,020 | 0,520 | 2000 | 1840 | |
| 7 | | | | | | |

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M 1,03 [W/m²K]
 U_C 1,06 [W/m²K]
 U_S 0,99 [W/m²K]

Aceptar

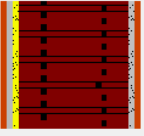


Figura 3.2. Definición de la solera en contacto con el terreno. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Grupo MisCerramientosHorizontales

Nombre FORJADO_PLANTAS

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,020 | 1,000 | 2000 | 800 | |
| 2 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,020 | 0,400 | 875 | 1000 | |
| 3 | FU Entreligado cerámico -Canto 300 mm | 0,300 | 0,846 | 1110 | 1000 | |
| 4 | Enlucido de yeso $d < 1000$ | 0,020 | 0,400 | 900 | 1000 | |
| 5 | | | | | | |

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M 1,55 [W/m²K]
 U_C 1,63 [W/m²K]
 U_S 1,46 [W/m²K]

Aceptar

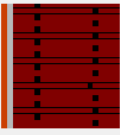


Figura 3.3. Definición del forjado entre plantas. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Grupo MisCerramientosHorizontales

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,020 | 1,000 | 2000 | 800 | |
| 2 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,020 | 0,800 | 1525 | 1000 | |
| 3 | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,060 | 0,432 | 930 | 1000 | |
| 4 | EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]] | 0,020 | 0,038 | 30 | 1000 | |
| 5 | Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800 | 0,020 | 1,150 | 1700 | 1000 | |
| 6 | FU Entrevaído cerámico -Canto 350 mm | 0,350 | 0,995 | 1030 | 1000 | |
| 7 | Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 | 0,020 | 0,180 | 550 | 1000 | |
| 8 | | | | | | |

Grupo Material

Material

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

Aceptar

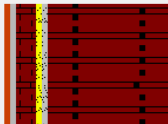


Figura 3.4. Definición de la cubierta. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Como puede apreciarse, el programa facilita el valor del coeficiente global de transmitancia de los distintos cerramientos definidos, a partir de los datos de los materiales que lo componen.

▪ Cerramientos verticales:

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,020 | 0,400 | 875 | 1000 | |
| 2 | BH convencional espesor 300 mm | 0,300 | 1,160 | 585 | 1000 | |
| 3 | MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] | 0,020 | 0,031 | 40 | 1000 | |
| 4 | 1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 | 0,115 | 0,991 | 2170 | 1000 | |
| 5 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,020 | 0,400 | 875 | 1000 | |
| 6 | | | | | | |

Grupo Material

Material

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

Aceptar

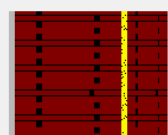


Figura 3.5. Definición del muro vertical del sótano en contacto con el terreno. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Este muro vertical se ha creado especialmente para el sótano ya que se considera que no es igual que el empleado en el resto de fachadas y, por tanto, el cálculo será más exacto.

Grupo MisCerramientosVerticales

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,020 | 0,400 | 875 | 1000 | |
| 2 | 1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 | 0,115 | 0,991 | 2170 | 1000 | |
| 3 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,020 | 0,400 | 875 | 1000 | |
| 4 | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | | | | | 0,170 |
| 5 | EPS Poliestireno Expandido [0,046 W/[mK]] | 0,020 | 0,046 | 30 | 1000 | |
| 6 | Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < | 0,040 | 0,445 | 1000 | 1000 | |
| 7 | Enlucido de yeso d < 1000 | 0,020 | 0,400 | 900 | 1000 | |
| 8 | | | | | | |

Grupo Material

Material

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

Aceptar

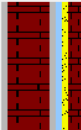


Figura 3.6. Definición del muro exterior o fachada. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Grupo MisCerramientosVerticales

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Enlucido de yeso d < 1000 | 0,020 | 0,400 | 900 | 1000 | |
| 2 | 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 | 0,115 | 0,567 | 1020 | 1000 | |
| 3 | Enlucido de yeso d < 1000 | 0,020 | 0,400 | 900 | 1000 | |
| 4 | | | | | | |

Grupo Material

Material

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

Aceptar




Figura 3.7. Definición del tabique interior. Fuente: Elaboración propia en HULC.

3.1.2.2. Huecos

En cuanto a los huecos existentes en los cerramientos exteriores de la envolvente del edificio, se han considerado dos tipos de huecos, uno para las ventanas y otro para la puerta de entrada. La ventana tiene un vidrio simple de 4 mm de espesor (ver Figura 3.8), mientras que el grupo vidrio elegido para la puerta es un vidrio de 4 mm de espesor, seguido de una cámara de aire de 12 mm y otro vidrio de 4 mm (ver Figura 3.9). En cuanto a los marcos de estos huecos, ambos son marcos metálicos en posición vertical sin rotura de puente térmico.

Grupo MisHuecos

Nombre

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

% hueco cubierto por el marco ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados %

Permeabilidad al aire m³/hm² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados (g_g,sh,w)

U_H [W/m²K]

Aceptar

Figura 3.8. Definición de ventanas. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Grupo MisHuecos

Nombre

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

% hueco cubierto por el marco ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados %

Permeabilidad al aire m³/hm² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados (g_g,sh,w)

U_H [W/m²K]

Aceptar

Figura 3.9. Definición de puertas. Fuente: Elaboración propia en HULC.

En lo que respecta a las dimensiones de las ventanas escogidas, se ha optado por ventanas iguales en todas las oficinas, cocina y cafetería, mientras que, para el patio interior y los baños, las dimensiones varían adecuándose al tipo de actividad. En todas ellas, el retranqueo es de 0,1 m. En la Tabla 3.1 quedan recogidas estas dimensiones. Por otra parte, cabe mencionar que no se han considerado elementos de sombra como salientes laterales o voladizos ni persianas.

Tabla 3.1. Dimensiones de las ventanas. Fuente: Elaboración propia.

| | ANCHO [m] | ALTO [m] | ALTURA AL SUELO [m] |
|------------------------------------|-----------|----------|---------------------|
| Oficinas, cocina, cafetería | 1.5 | 1.75 | 1 |
| Baños | 1.5 | 0.75 | 2 |
| Patio interior | 1.5 | 2 | 1 |

3.1.2.3. Puentes térmicos

Un puente térmico se define como aquella zona de la envolvente térmica del edificio en la que se aprecia una variación de la uniformidad de la construcción, debido a cambios en el espesor del cerramiento, de los materiales empleados, de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., que suponen una disminución de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento. En estos lugares, calificados como partes sensibles del edificio, aumenta la probabilidad de que se produzcan condensaciones superficiales.

En el caso del edificio objeto de estudio, se tienen claros ejemplos de puentes térmicos, como son los contornos de huecos, suelo en contacto con el terreno (sótano), uniones de cubierta con fachadas, uniones de cerramientos en contacto con el terreno, encuentros de tabiquería interior con cerramientos exteriores, etc. Para considerar el enorme impacto que tienen los puentes térmicos en la eficiencia del edificio, la *Herramienta Unificada Lider Calener* contiene un apartado en el que, una vez definida la geometría y los elementos constructivos del edificio, se calculan automáticamente las longitudes de puentes térmicos presentes en el proyecto en una serie de categorías como son: frentes de forjados, cubiertas planas, esquinas exteriores e interiores, forjado inferior en contacto con el aire, etc. y se les asignan unos valores por defecto de transmitancias térmicas lineales. Estos valores se encuentran recogidos en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Transmitancias térmicas lineales de puentes térmicos asociadas por defecto. Fuente: HULC.

| TIPO DE PUENTE TÉRMICO | TTL (W/mK) | TIPO DE PUENTE TÉRMICO | TTL (W/mK) |
|---|------------|--|------------|
| Frente de forjados | 0,97 | Suelos en contacto con el terreno | 0,57 |
| Cubiertas planas | 0,96 | Pilares | 1,20 |
| Forjado inferior en contacto con el aire | 0,86 | Alfeizar | 0,44 |
| Esquina exterior | 0,11 | Dinteles | 0,82 |
| Esquina interior | -0,16 | Jambas | 0,53 |

3.2 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética de un edificio es la energía útil que éste requiere para alcanzar en su interior una serie de condiciones de confort definidas previamente. Esta energía aglutina la necesaria para los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, iluminación o ventilación, y varía dependiendo de factores como la ubicación y climatología, el uso del edificio, su diseño o la calidad de la construcción.

El presente proyecto trata de analizar la situación energética inicial de un edificio e implementar medidas de ahorro encaminadas a conseguir una menor demanda de energía, con la renovación de los equipos de climatización o mejora de las características de la envuelta, entre otras medidas. Para alcanzar este objetivo, es clave conocer la cantidad de energía que se requiere en la situación actual. A continuación, se presentan una serie de apartados que van encaminados a conseguir dicho objetivo, mediante la recopilación de todos aquellos datos que afectan al cálculo de la ya citada demanda energética.

3.2.1 SOLICITACIONES EXTERIORES

El edificio de oficinas se encuentra en la localidad de Ciudad Real, a 628 m sobre el nivel del mar. Las condiciones exteriores de cálculo se establecen en base a lo indicado en las normas *UNE 100001* y *UNE 100014*. Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de invierno, la temperatura seca a considerar es la correspondiente al percentil 97,5 %, siendo ésta de -3,4 °C. En cuanto al cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, los valores de los parámetros de temperatura son los indicados para los niveles del 2,5 %, siendo por tanto la temperatura seca de 35 °C y la húmeda de 23,3 °C.

3.2.2 SOLICITACIONES INTERIORES Y CONDICIONES OPERACIONALES

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa del local se fijan atendiendo a los valores establecidos en la *IT 1.1.4.1.2 Temperatura y humedad relativa, RITE*.

Al tratarse de un edificio de oficinas, el caso objeto se enmarca dentro de las condiciones decretadas para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un porcentaje de personas insatisfechas (PPD) que oscila entre el 10 y el 15%. Para estas condiciones, los valores de temperatura y humedad relativa estarán comprendidos entre los límites que se indican en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Condiciones interiores de diseño. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013).

| ESTACIÓN | TEMPERATURA OPERATIVA [°C] | HUMEDAD RELATIVA [%] |
|----------|----------------------------|----------------------|
| Verano | 23...25 | 45...60 |
| Invierno | 21...23 | 40...50 |

En cuanto al régimen de funcionamiento, tal y como se indicó en el *Apartado 3.1.1. Datos generales*, el edificio es de tipo terciario y está habilitado para su uso como centro de oficinas. Se ha elegido un periodo de utilización de 12 h correspondiente a una jornada laboral partida, con horario de mañana de 7 a 14 h y el de tarde comprendido entre las 17 h y las 20 h. Por su parte, el calor generado por las fuentes internas (ocupación, iluminación y equipos) es de carga interna media (entre 6 W/m² y 9 W/m²). El tipo de uso de los espacios habitables por defecto indicado al programa corresponde a locales acondicionados. Sin embargo, es necesario particularizar en las propiedades de cada espacio si éste está acondicionado o no, así como su habitabilidad. Las condiciones de no acondicionado serán propias de espacios como los baños o las zonas destinadas

a escaleras y pasillo; por su parte, la cubierta será declarada como no habitable. En la Tabla 3.4 se encuentra recogida esta información para cada uno de los tipos de uso presentes en todas las plantas del edificio objeto.

Tabla 3.4. Nivel de acondicionamiento de los espacios. Fuente: Elaboración propia.

| USO | TIPO DE ESPACIO |
|----------------------------------|--------------------|
| Archivo | Acondicionado 12 h |
| Hueco ascensor | No habitable |
| Escaleras y pasillo | No acondicionado |
| Cuarto de máquinas/mantenimiento | No acondicionado |
| Cafetería | Acondicionado 12 h |
| Cocina y almacén | Acondicionado 12 h |
| Recepción | Acondicionado 12 h |
| Oficina | Acondicionado 12 h |
| Baños | No acondicionado |

3.2.3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR Y EXTERIOR. FILTRACIÓN

El *Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación*, establece en su instrucción técnica IT 1.1.4.2. *Exigencia de calidad del aire interior*, una clasificación de las categorías de la calidad del aire interior en función del uso de los edificios. En el caso de un edificio de oficinas, el aire interior deberá alcanzar como mínimo la categoría correspondiente a IDA 2 para todos los espacios, excepto la cafetería y la cocina, que se han considerado como IDA 3. Así, los caudales mínimos de aire exterior de ventilación serán de 12,5 L/s-persona y 8 L/s-persona respectivamente.

Tabla 3.5. Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013).

| CATEGORÍA | CALIDAD DEL AIRE INTERIOR | USO DEL EDIFICIO | CAUDAL DE AIRE EXTERIOR [dm ³ /s·persona] |
|-----------|---------------------------|---|--|
| IDA 1 | Óptima | Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías | 20 |
| IDA 2 | Buena | Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas | 12,5 |
| IDA 3 | Media | Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores | 8 |
| IDA 4 | Baja | - | 5 |

De igual forma, en la *IT.1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación*, se clasifica la calidad del aire exterior (ODA) en los niveles recogidos en la Tabla 3.6. Se ha escogido la categoría de ODA 2 al tratarse de un edificio emplazado en una ciudad, cuyo aire tendrá concentraciones altas de partículas y gases contaminantes.

Tabla 3.6. Categorías de calidad del aire exterior. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013).

| CATEGORÍA | CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR | |
|-----------|--|--|
| ODA 1 | Aire puro que se ensucia temporalmente (polen) | |
| ODA 2 | Aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes | |
| ODA 3 | ODA 3G | Aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes |
| | ODA 3P | Aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes y, o de partículas |

El aire exterior de ventilación debe introducirse en los edificios debidamente filtrado para garantizar la salubridad del aire interior. Para ello, las clases de filtración mínimas a emplear se escogen en función de la calidad del aire interior (IDA) y la calidad del aire exterior (ODA). En este sentido, y de acuerdo a lo recogido en la Tabla 3.5 y en la Tabla 3.6, se deben colocar filtros F6 y F8, tal y como se muestra en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Clases de filtración. Fuente: RITE (Ministerio de Industria, 2013).

| CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR | CALIDAD DEL AIRE INTERIOR | | | |
|---------------------------|---------------------------|----------|-------|-------|
| | IDA 1 | IDA 2 | IDA 3 | IDA 4 |
| ODA 1 | F9 | F8 | F7 | F5 |
| ODA 2 | F7+F9 | F6+F8 | F5+F7 | F5+F6 |
| ODA 3 | F7+GF+F9 | F7+GF+F9 | F5+F7 | F5+F6 |

3.2.4 CÁLCULO DEL NÚMERO DE RENOVACIONES POR HORA

La renovación del aire contenido en las diferentes estancias de un edificio es un aspecto muy importante a tener en cuenta. Mediante el aporte de un cierto caudal de aire exterior se consigue evitar la formación de elevadas concentraciones de contaminantes en el aire, debidos, entre otros aspectos, a la presencia de personas en su interior.

El *RITE* establece, en función de la categoría en la que se enmarque el aire interior, una serie de métodos para el cálculo de las necesidades mínimas de ventilación, habiéndose elegido en este caso el método indirecto de caudal de aire exterior por persona al ser el más apropiado para el presente proyecto ya que se disponen de los suficientes para su aplicación. De acuerdo a lo establecido en apartados anteriores, el edificio de oficinas se ha clasificado con una calidad de IDA 2, por lo que el caudal de aire exterior a introducir es de 12,5 L/s·persona. Puesto que las renovaciones del aire por hora son una expresión de la cantidad de aire que se cambia en un determinado volumen por unidad de tiempo, otro dato que es preciso conocer para realizar este cálculo es el volumen total del edificio, el cual se muestra en la Tabla 3.8 para las diferentes plantas del edificio.

Tabla 3.8. Volumen del edificio por plantas. Fuente: Elaboración propia.

| PLANTA | SUPERFICIE [m ²] | ALTURA [m] | VOLUMEN [m ³] |
|--------|------------------------------|------------|---------------------------|
| Sótano | 827,27 | 3,70 | 3.060,90 |
| Baja | 721,44 | 4,00 | 2.885,76 |

| PLANTA | SUPERFICIE [m ²] | ALTURA [m] | VOLUMEN [m ³] |
|--------------|------------------------------|------------|---------------------------|
| Primera | 720,68 | 3,50 | 2.522,38 |
| Segunda | 720,68 | 3,50 | 2.522,38 |
| Tercera | 720,68 | 3,50 | 2.522,38 |
| Cuarta | 720,68 | 3,50 | 2.522,38 |
| Total | 4.431,43 | - | 16.036,18 |

El último factor presente en el cálculo del caudal de ventilación es la ocupación. En la Tabla 3.10 se encuentran recogidas las distintas densidades de ocupación en el edificio según el uso de cada zona. En este caso, se ha considerado una ocupación de 10 m²/persona para todo el edificio, correspondiente al uso administrativo, al ser éste el uso predominante.

De acuerdo con todo lo anterior, el número de renovaciones por hora para la ventilación se calcula según la expresión:

$$\frac{12,5 \text{ dm}^3}{\text{s} \cdot \text{persona}} \cdot \frac{1 \text{ persona}}{10 \text{ m}^2} \cdot 4.431 \text{ m}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ dm}^3} \cdot \frac{3.600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1}{16.036 \text{ m}^3} = 1,24 \text{ ren/h} \quad (3.1)$$

Por lo tanto, el nivel de ventilación del edificio es de 1,24 renovaciones por hora, el cual debe introducirse en la pestaña de datos generales de *HULC*.

Asimismo, el programa permite indicar el nivel de ventilación existente en cada espacio de las distintas plantas. Este cálculo se ha realizado de forma similar al indicado para el edificio en general, aunque siendo más exacto al considerar el nivel de ocupación propio de cada zona, así como la calidad del aire interior IDA 3 en los espacios correspondientes a la cafetería y la cocina ubicadas en la planta baja. De los resultados obtenidos, cabe destacar que el valor de las renovaciones por hora varía dependiendo del tipo de espacio y de la planta en la que se encuentra este, por lo que se ha agrupado por espacios y por plantas según se puede observar en la Tabla 3.9. Es preciso señalar que algunos tipos de espacios solo están presentes en determinadas plantas, por lo que aquellos en los que aparece “-“ significa que no están presentes en la planta correspondiente.

Tabla 3.9. Resultados del número de renovaciones por hora para cada espacio. Fuente: Elaboración propia.

| ESPACIO/PLANTA | SÓTANO | BAJA | TIPO |
|-------------------------|--------|-------|-------|
| Archivos | 0,304 | - | - |
| Hueco ascensor | 12,16 | 11,25 | 12,86 |
| Pasillo y escaleras | 6,081 | 5,625 | 6,428 |
| Cocina y almacén | - | 3,600 | - |
| Cafetería | - | 3,600 | - |
| Oficinas | - | 1,125 | 1,286 |
| Recepción | - | 3,599 | - |
| Cuarto de mantenimiento | 12,16 | 11,25 | 12,86 |
| Baños | - | 3,749 | 4,285 |

3.2.5 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

El problema de cálculo de las cargas térmicas consiste en evaluar la cantidad de calor que un determinado equipo debe aportar o extraer de un local para mantener en él una temperatura deseada en cierto periodo de funcionamiento. El sistema debe proporcionar el calor (en invierno) o eliminarlo (en verano) para contrarrestar los fenómenos que ocurren en el interior del local y que tienden a alterar las condiciones óptimas de temperatura y humedad.

Los componentes de carga que actúan sobre un determinado local pueden dividirse en dos grupos: cargas externas y cargas internas. Entre las cargas externas, se encuentra la transmisión, debida al intercambio de calor sensible entre el exterior y el interior del edificio a través de su envolvente; la irradiación solar, que aporta calor al interior del recinto por medio de los huecos; y las infiltraciones de aire debidas a la permeabilidad de las carpinterías. Por otra parte, las cargas internas, que siempre representan una ganancia de calor, son las causadas por la ocupación, la iluminación y los equipos.

En el *Apartado 3.1.2 Definición de la envolvente térmica*, se recogen las soluciones constructivas existentes en el edificio, por lo que el efecto de las cargas externas queda definido con la implementación de dichas soluciones constructivas en el programa de cálculo. En el caso de las cargas debidas a fuentes internas, a continuación se presentan una serie de apartados que ilustran el procedimiento seguido, así como los datos aportados al programa de cálculo.

3.2.5.1. Ocupación

El valor de las ganancias internas correspondiente a la ocupación se introduce en *Tekton3D* indicando la actividad metabólica (1,2 met, correspondiente a una actividad sedentaria) y el número de ocupantes. Al no disponer de datos relativos a la ocupación del edificio, se ha estimado según lo recogido en la *Tabla 2.1- Densidades de ocupación del Documento Básico SI en caso de incendio*. Los valores utilizados para el caso presente quedan recogidos en la *Tabla 3.10*.

Tabla 3.10. Densidades de ocupación en función del tipo de actividad del espacio. Fuente: Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio (Ministerio de Fomento, 2019).

| USO PREVISTO | ZONA, TIPO DE ACTIVIDAD | OCUPACIÓN [m ² /persona] |
|---------------------|---|-------------------------------------|
| Cualquiera | Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. | Ocupación nula |
| | Aseos de planta | 3 |
| Administrativo | Plantas o zonas de oficinas | 10 |
| | Vestíbulos generales y zonas de uso público | 2 |
| Archivos, almacenes | - | 40 |

3.2.5.2. Iluminación

En cuanto a la iluminación, tampoco se poseen datos referentes a las luminarias instaladas, por lo que su cálculo se ha realizado de acuerdo a lo establecido en la *sección HE-3 del Documento Básico de Ahorro de Energía* y a lo dispuesto en la norma *UNE-EN 12464-1*. Se han supuesto luminarias consistentes en lámparas fluorescentes para todos los espacios del edificio. Los datos técnicos de dichas lámparas necesarios para el cálculo, como el flujo lumínico y la potencia unitaria, se han extraído de un catálogo comercial del fabricante Osram.

En el programa *Tekton3D* se debe indicar la potencia por unidad de superficie en W/m^2 . Para ello, se ha seguido el proceso detallado a continuación:

- Selección de la iluminancia mantenida de diseño (\bar{E}_m) en la superficie de referencia según la tarea que se realice. En la Tabla 3.11 se encuentran los valores recogidos por la norma UNE, siendo la primera columna el tipo de interior especificado en las tablas de la citada norma, y la última columna el uso asimilable al edificio objeto de este proyecto.

Tabla 3.11. Valores de iluminancia según el uso del espacio. Fuente: Elaboración propia a partir de la Norma UNE EN 12464-1 (AENOR, 2012).

| TIPO DE INTERIOR, TAREA Y ACTIVIDAD | \bar{E}_m [lx] | USO |
|--|------------------|-------------------------|
| Escritura, lectura, tratamiento de datos | 500 | Oficina |
| Mostrador de recepción | 300 | Recepción |
| Archivos | 200 | Archivo |
| Vestíbulo de entrada, pasillos | 100 | Cuarto de máquinas |
| | | Cuarto de mantenimiento |
| | | Escaleras y pasillo |
| Cocinas | 500 | Cocina y almacén |
| Buffet | 300 | Cafetería |
| Cuartos de baño y servicios | 200 | Baños |

- Cálculo del flujo luminoso total de la estancia a partir de la siguiente expresión:

$$\phi_t = \frac{\bar{E}_m \cdot A}{Cu \cdot f_m} \quad (3.2)$$

donde,

- ϕ_t es el flujo luminoso total [$lx \cdot m^2$]
- \bar{E}_m es la iluminancia media mantenida de diseño [lx]
- A es el área del espacio [m^2]
- Cu es el factor de utilización, estimado en 0,88 [-]
- f_m es el factor de mantenimiento, supuesto en 0,8 al tratarse de un ambiente limpio [-]

- Obtención del número de luminarias necesarias:

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_{lum}} \quad (3.3)$$

donde,

- N es el número de luminarias, redondeadas al alza
- ϕ_{lum} es el flujo lumínico unitario de la luz seleccionada [lm]

- Cálculo de la potencia total instalada en cada espacio:

$$P_t = N \cdot P_u \quad (3.4)$$

donde,

- P_t es la potencia total [W]
- P_u es la potencia unitaria de cada luminaria [W]

- Por último, se obtiene la potencia por unidad de superficie según la siguiente ecuación:

$$P = \frac{P_t}{A} \quad (3.5)$$

donde,

- P es la potencia instalada por unidad de superficie [W/m^2]
- P_t es la potencia total [W]
- A es el área del espacio [m^2]

Como consecuencia del proceso anterior, se obtienen los datos de potencia instalada por unidad de superficie en cada uno de los espacios de cada planta. Para comprobar que se alcanza el valor de diseño necesario, se ha calculado el valor de la iluminancia media que proporcionan las luminarias escogidas. Además, se ha probado que el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) es inferior al VEEI límite establecido en la *Sección HE-3 del Documento Básico de Ahorro de Energía*, siendo este valor de 3 para zonas de oficinas y 4 para zonas comunes, almacenes, archivos y cocinas, mientras que los valores calculados se sitúan en el intervalo (1,6-1,9). El CTE establece una potencia máxima instalada de iluminación de $12 W/m^2$ para uso administrativo, por lo que la instalación actual de iluminación también cumple este requisito.

3.2.5.3. Equipos

La última carga debida a fuentes internas es la ocasionada por los equipos que se encuentran dentro de cada espacio, que en el caso de un edificio de oficinas podrían ser pequeños aparatos eléctricos, ordenadores, impresoras, etc. Estos equipos suponen un aporte de calor sensible que se ha supuesto como $4,5 W/m^2$, valor indicado por defecto en el programa de cálculo.

En la Figura 3.10 puede observarse un ejemplo de la introducción de los datos relativos a las cargas de ocupación, iluminación y equipos para un espacio en el programa *Tekton3D*.

Figura 3.10. Ejemplo de declaración de cargas asociadas a fuentes internas. Fuente: Elaboración propia en *Tekton3D*.

3.2.5.4. Resultados del cálculo de cargas térmicas

Para el cálculo de las cargas térmicas se ha empleado el software de diseño y cálculo de instalaciones de un edificio *Tekton3D*. La definición del edificio en este programa se realiza de forma similar a como se ha hecho en *HULC*, por lo que hay que introducir parámetros como las condiciones interiores de verano e invierno, orientación, zona climática, humedad relativa, uso de los espacios, etc., reflejados todos ellos en apartados anteriores del presente documento. También es necesario crear una nueva maqueta del edificio, según los materiales recogidos en las figuras del *Apartado 3.1.2. Definición de la envolvente térmica*. La representación obtenida se muestra en la Figura 3.11.

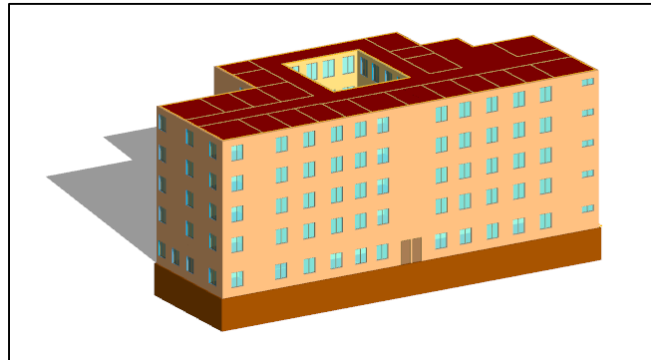


Figura 3.11. Maqueta del edificio de oficinas objeto de análisis. Fuente: Elaboración propia en *Tekton3D*.

Una vez definido el edificio, el programa permite calcular las cargas térmicas necesarias en cada uno de los espacios. El programa expide un listado de hojas de cargas para cada espacio, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración. En estas tablas, aparecen las condiciones de cálculo exteriores e interiores que se han tenido en cuenta para el cálculo, siendo éstas temperatura seca, temperatura húmeda, humedad relativa y humedad específica. Por otra parte, los valores intermedios de carga que llevan a la carga total de refrigeración o calefacción están desglosados en diversas secciones que se comentan brevemente a continuación. En primer lugar, se muestra la ganancia solar que entra a través de los huecos, definida mediante la orientación, el espesor del vidrio, la superficie que ocupa, el factor solar o la ganancia solar del cristal. En segundo lugar, aparece la transmisión a través de los muros exteriores, las cubiertas y los tabiques interiores, caracterizados por parámetros como la superficie, su transmitancia térmica y la temperatura de la zona adyacente al espacio al que pertenece el elemento cerramiento (T_{ac}). En tercer lugar, se muestra la ganancia de calor sensible interno separada en ocupación, iluminación y equipos, las cuales se caracterizan por su potencia. Por último, se recoge el calor latente debido a la ocupación y el causado por el aire de ventilación, que también debe considerarse al tener un contenido en humedad distinto al aire del interior. La suma de todos los componentes parciales de las cargas térmicas anteriores lleva a la obtención de la carga total de refrigeración o calefacción. Es importante destacar que, en el caso de la calefacción, las cargas sensibles internas son consideradas ganancias, por lo que no son una carga térmica a combatir. En el *Anexo II* se puede consultar un ejemplo de las hojas de cargas proporcionadas por el programa. La información contenida en estas hojas se recoge en las Tabla 3.12, Tabla 3.13, Tabla 3.14 y Tabla 3.15, en las que se ha agrupado, por plantas, la denominación de cada espacio, el uso al que está destinada, su superficie y las cargas térmicas de refrigeración y calefacción expresadas en kilovatios (kW). Las celdas en las que aparece “-“ hacen referencia a espacios de carácter no acondicionado o no habitables según lo recogido en la Tabla 3.4.

Tabla 3.12. Cargas térmicas de la planta sótano. Fuente: Elaboración propia.

| ESPACIO | USO | SUPERFICIE [m ²] | CARGA TÉRMICA REFRIGERACIÓN [kW] | CARGA TÉRMICA CALEFACCIÓN [kW] |
|--------------|---------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|
| P01_E01 | Archivo | 37,67 | 1,067 | 2,579 |
| P01_E02 | Archivo | 37,61 | 0,887 | 2,097 |
| P01_E03 | Archivo | 34,22 | 0,817 | 1,910 |
| P01_E04 | Archivo | 52,63 | 3,089 | 5,951 |
| P01_E05 | Archivo | 53,64 | 2,863 | 5,169 |
| P01_E06 | Archivo | 77,49 | 1,913 | 4,501 |
| P01_E07 | Archivo | 19,46 | 0,643 | 1,562 |
| P01_E08 | Cuarto de máquinas | 12,08 | - | - |
| P01_E09 | Archivo | 35,30 | 0,839 | 1,968 |
| P01_E10 | Archivo | 68,74 | 1,664 | 4,263 |
| P01_E11 | Archivo | 55,00 | 1,386 | 3,311 |
| P01_E12 | Hueco ascensor | 12,29 | - | - |
| P01_E13 | Archivo | 69,19 | 1,250 | 3,130 |
| P01_E14 | Escaleras y pasillo | 273,9 | - | - |
| TOTAL | - | 839,3 | 16,42 | 36,44 |

Tabla 3.13. Cargas térmicas de la planta baja. Fuente: Elaboración propia.

| ESPACIO | USO | SUPERFICIE [m ²] | CARGA TÉRMICA REFRIGERACIÓN [kW] | CARGA TÉRMICA CALEFACCIÓN [kW] |
|---------|-------------------------|---------------------------------|--|---|
| P02_E01 | Cocina | 27,25 | 2,415 | 2,841 |
| P02_E02 | Cafetería | 137,5 | 9,405 | 11,56 |
| P02_E03 | Hueco ascensor | 12,29 | - | - |
| P02_E04 | Oficina | 20,17 | 1,916 | 2,985 |
| P02_E05 | Oficina | 20,54 | 1,261 | 2,279 |
| P02_E06 | Recepción | 47,67 | 7,399 | 11,73 |
| P02_E07 | Oficina | 19,46 | 2,222 | 3,469 |
| P02_E08 | Cuarto de mantenimiento | 12,08 | - | - |
| P02_E09 | Oficina | 21,37 | 1,566 | 3,072 |
| P02_E10 | Oficina | 27,15 | 2,709 | 4,380 |

| ESPACIO | USO | SUPERFICIE [m ²] | CARGA TÉRMICA REFRIGERACIÓN [kW] | CARGA TÉRMICA CALEFACCIÓN [kW] |
|--------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| P02_E11 | Baños | 27,14 | - | - |
| P02_E12 | Oficina | 36,67 | 3,161 | 4,581 |
| P02_E13 | Oficina | 48,73 | 4,241 | 5,956 |
| P02_E14 | Escaleras y pasillo | 93,38 | - | - |
| P02_E15 | Escaleras y pasillo | 181,6 | - | - |
| TOTAL | - | 732,9 | 36,30 | 52,85 |

Tabla 3.14. Cargas térmicas de la primera planta. Fuente: Elaboración propia.

| ESPACIO | USO | SUPERFICIE [m ²] | CARGA TÉRMICA REFRIGERACIÓN [kW] | CARGA TÉRMICA CALEFACCIÓN [kW] |
|---------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| P03_E01 | Oficina | 27,25 | 2,801 | 3,962 |
| P03_E02 | Oficina | 18,26 | 1,508 | 2,061 |
| P03_E03 | Oficina | 19,37 | 1,537 | 2,104 |
| P03_E04 | Oficina | 17,27 | 1,480 | 2,020 |
| P03_E05 | Oficina | 17,99 | 1,502 | 2,049 |
| P03_E06 | Oficina | 24,75 | 2,047 | 3,020 |
| P03_E07 | Oficina | 24,91 | 2,051 | 3,028 |
| P03_E08 | Oficina | 18,28 | 1,507 | 2,058 |
| P03_E09 | Oficina | 18,03 | 1,502 | 2,047 |
| P03_E10 | Oficina | 18,37 | 1,509 | 2,061 |
| P03_E11 | Oficina | 18,30 | 1,600 | 2,510 |
| P03_E12 | Baños | 27,14 | - | - |
| P03_E13 | Oficina | 27,30 | 2,714 | 3,962 |
| P03_E14 | Oficina | 18,28 | 1,490 | 2,061 |
| P03_E15 | Oficina | 19,38 | 1,450 | 2,105 |
| P03_E16 | Oficina | 20,53 | 1,094 | 1,789 |
| P03_E17 | Oficina | 20,15 | 1,851 | 2,695 |
| P03_E18 | Hueco ascensor | 12,29 | - | - |
| P03_E19 | Oficina | 19,46 | 2,259 | 3,510 |
| P03_E20 | Cuarto de mantenimiento | 12,08 | - | - |
| P03_E21 | Oficina | 21,37 | 1,370 | 2,485 |

| ESPACIO | USO | SUPERFICIE [m ²] | CARGA TÉRMICA REFRIGERACIÓN [kW] | CARGA TÉRMICA CALEFACCIÓN [kW] |
|--------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| P03_E22 | Oficina | 27,15 | 2,747 | 4,417 |
| P03_E23 | Escaleras y pasillo | 93,38 | - | - |
| P03_E24 | Escaleras y pasillo | 181,6 | - | - |
| TOTAL | - | 722,9 | 34,02 | 49,94 |

Tabla 3.15. Cargas térmicas de la cuarta planta. Fuente: Elaboración propia.

| ESPACIO | USO | SUPERFICIE [m ²] | CARGA TÉRMICA REFRIGERACIÓN [kW] | CARGA TÉRMICA CALEFACCIÓN [kW] |
|---------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| P04_E01 | Oficina | 27,25 | 3,071 | 4,487 |
| P04_E02 | Oficina | 18,26 | 1,704 | 2,430 |
| P04_E03 | Oficina | 19,37 | 1,741 | 2,488 |
| P04_E04 | Oficina | 17,27 | 1,666 | 2,368 |
| P04_E05 | Oficina | 17,99 | 1,965 | 2,886 |
| P04_E06 | Oficina | 24,75 | 2,232 | 3,277 |
| P04_E07 | Oficina | 24,91 | 2,243 | 3,302 |
| P04_E08 | Oficina | 18,28 | 1,700 | 2,422 |
| P04_E09 | Oficina | 18,03 | 1,694 | 2,411 |
| P04_E10 | Oficina | 18,37 | 1,703 | 2,426 |
| P04_E11 | Oficina | 18,30 | 1,826 | 2,966 |
| P04_E12 | Baños | 27,14 | - | - |
| P04_E13 | Oficina | 27,30 | 2,985 | 4,487 |
| P04_E14 | Oficina | 18,28 | 1,676 | 2,430 |
| P04_E15 | Oficina | 19,38 | 1,647 | 2,495 |
| P04_E16 | Oficina | 20,53 | 1,342 | 2,271 |
| P04_E17 | Oficina | 20,15 | 2,084 | 3,600 |
| P03_E18 | Hueco ascensor | 12,29 | - | - |
| P04_E19 | Oficina | 19,46 | 2,141 | 3,613 |
| P04_E20 | Cuarto de mantenimiento | 12,08 | - | - |
| P04_E21 | Oficina | 21,37 | 1,685 | 3,141 |
| P04_E22 | Oficina | 27,15 | 3,032 | 5,036 |
| P04_E23 | Escaleras y pasillo | 93,38 | - | - |

| ESPACIO | USO | SUPERFICIE [m ²] | CARGA TÉRMICA REFRIGERACIÓN [kW] | CARGA TÉRMICA CALEFACCIÓN [kW] |
|--------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| P04_E24 | Escaleras y pasillo | 181,6 | - | - |
| TOTAL | - | 722,9 | 38,14 | 58,54 |

3.3 COMPROBACIÓN SECCIÓN HE-1

Como se ha comentado en apartados anteriores, la demanda energética es un parámetro de gran utilidad para evaluar la calidad térmica de la arquitectura. Tras completar la definición del edificio, se puede comprobar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de la demanda energética establecida en la sección HE-1 del CTE. Para ello, HULC desarrolla una secuencia de cálculos que tiene como resultado valores relativos a la calidad de la envolvente térmica definida, los cuales se muestran en la Figura 3.12.

| | | Valores límite | | | | | | | | |
|--|-------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------|---------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| Transmitancia térmica global, K [W/m ² K] | 1,51 | 0,65 | NO CUMPLE | | | | | | | |
| Control solar, q _{sol,jul} [kWh/m ² .mes] | 6,84 | 4,00 | NO CUMPLE | | | | | | | |
| Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h] | 3,64 | - | NO APLICA | | | | | | | |
| Compacidad [m ³ /m ²] | 3,01 | | | | | | | | | |
| Superficie útil de cálculo, A _{útil} [m ²] | 4430,32 | | | | | | | | | |
| Superficie de cerramientos opacos, A _{opacos} [m ²] | 4844,76 | | | | | | | | | |
| Superficie de huecos, A _{huecos} [m ²] | 565,64 | | | | | | | | | |
| Longitud de puentes térmicos, L _{pt} [m] | 1636,58 | | | | | | | | | |
| Detalle por componentes: | | | | | | | | | | |
| Huecos Opacos Puentes Térmicos Espacios | | | | | | | | | | |
| Núm. | Nombre | Construcción | Área [m ²] | U [W/m ² K] | Orientación | % Marco | g _{glwi} | g _{glsh,wi} | F _{sh;obst} | Ganancia_jul [kWh/m ²] |
| 1 | P02_E01_PE001_V | VENTANA | 2,63 | 6,27 | SE | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,89 | 72,05 |
| 2 | P02_E01_PE002_V | VENTANA | 2,63 | 6,27 | SO | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,83 | 59,58 |
| 3 | P02_E02_PE001_V | VENTANA | 2,63 | 6,27 | SE | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,89 | 72,05 |
| 4 | P02_E02_PE001_V_1 | VENTANA | 2,63 | 6,27 | SE | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,89 | 72,05 |
| 5 | P02_E02_PE002_V | VENTANA | 2,63 | 6,27 | NO | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,88 | 64,44 |
| 6 | P02_E02_PE002_V_1 | VENTANA | 2,63 | 6,27 | NO | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,89 | 65,54 |
| 7 | P02_E02_PE002_V_2 | VENTANA | 2,63 | 6,27 | NO | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,89 | 65,82 |
| 8 | P02_E02_PE002_V_3 | VENTANA | 2,63 | 6,27 | NO | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,90 | 65,89 |
| 9 | P02_E02_PE003_V | VENTANA | 2,63 | 6,27 | SO | 10,00 | 0,85 | 0,77 | 0,83 | 59,58 |

Figura 3.12. Comprobación sección HE-1 de la situación actual. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Como se puede observar, el edificio actual no cumple ni el parámetro de la transmitancia térmica global (K) ni el control solar (q_{sol,jul}), situándose ambos por encima del valor límite correspondiente. La transmitancia térmica global se calcula integrando las características de cada uno de los elementos individuales que la componen (muros, cubiertas, particiones interiores y huecos), los cuales también deben cumplir con unas transmitancias térmicas límite (U_{lim}) para evitar descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio. En lo referente al control solar, es un parámetro que mide la radiación total solar que penetra en el edificio durante el mes de julio, teniendo en cuenta las protecciones de las que este disponga, es decir, la capacidad que tiene el edificio de protegerse de la radiación solar excesiva. En el caso del edificio objeto de estudio, no existe ninguna protección móvil que limite el impacto de dicha radiación, por lo que el valor obtenido de este parámetro es coherente. Del mismo modo, el programa proporciona los valores de otros parámetros como son la permeabilidad de la envolvente térmica (n₅₀), que mide el volumen filtrado por los cerramientos cuando existe una diferencia de presión de 50 Pa; la compacidad del edificio, siendo la relación entre el volumen encerrado por la envolvente y la suma de las superficies de intercambio que la componen; así como los datos de superficie y

longitud empleados en los distintos cálculos. En la tabla contenida en la parte inferior de la Figura 3.12, se aprecia que también se dispone de un detalle por componentes de la envolvente.

Además, es posible determinar la demanda anual de calefacción y refrigeración necesaria para mantener el edificio objeto de estudio en las condiciones operacionales descritas cuando está sometido a las solicitaciones interiores y exteriores definidas previamente. Los pasos previos a la obtención de esta demanda incluyen el cálculo de la demanda del edificio objeto, la generación de un edificio de referencia para la zona climática establecida y el cálculo de la demanda de este edificio. Los resultados obtenidos son $87,79 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ para calefacción y $35,72 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ para refrigeración, tal y como se muestra en la Figura 3.13.

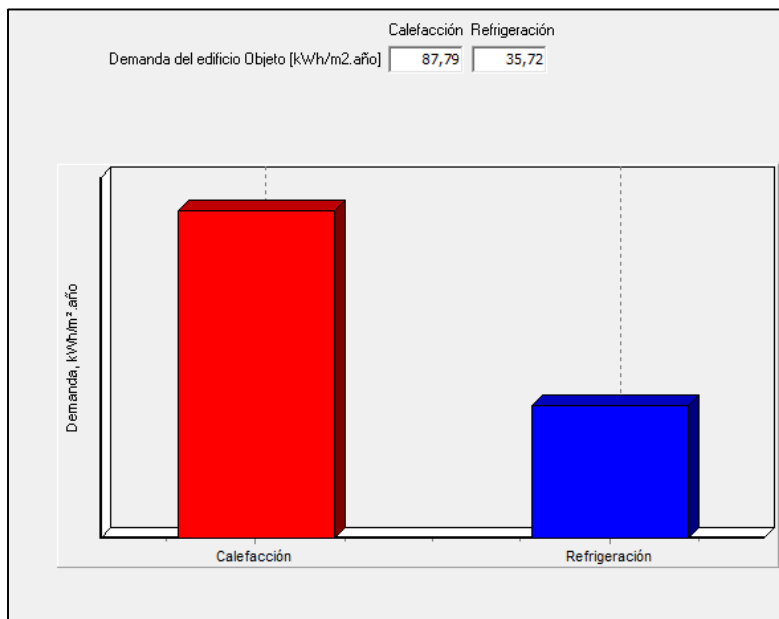


Figura 3.13. Cálculo de las demandas de refrigeración y calefacción en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC.

3.4 MODELIZACIÓN DE SISTEMAS EN HULC

El siguiente aspecto a introducir en *HULC* es la definición de los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria (ACS). En el caso de edificios pequeño y mediano terciario, para esta definición se hace uso del programa *CALENER-VYP*, integrado en la *Herramienta Unificada*.

A continuación, se describe el proceso seguido para la implantación de los sistemas térmicos de refrigeración, calefacción y ACS.

3.4.1 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN

La instalación de climatización elegida es un sistema de climatización multizona con autónomos, en el que se produce frío y calor por el cambio de fase de un refrigerante. Este sistema consiste en una unidad exterior conectada mediante tuberías de fluido refrigerante a varias unidades interiores, lo que se conoce como “multisplit”. Así, en cada uno de los sistemas creados en *CALENER-VYP* hay que añadir un equipo exterior y las unidades interiores asociadas a cada uno de los espacios.

El dimensionado de los equipos de climatización se ha realizado según las cargas calculadas en el Apartado 3.2.5.4. Resultados del cálculo de cargas térmicas. Partiendo de estas cargas, se

han seleccionado las unidades de un catálogo comercial que proporcionan la potencia de refrigeración y calefacción suficiente para alcanzar las condiciones de confort óptimas en el interior de cada espacio. Los parámetros que definen al equipo exterior son la capacidad total de refrigeración nominal, el consumo de refrigeración nominal, la capacidad calorífica nominal y el consumo de calefacción nominal, todos ellos expresados en kilovatios (kW). Estos valores se han obtenido agregando las capacidades de cada uno de los equipos interiores a los que da cobertura la unidad exterior. Por su parte, la unidad interior queda definida introduciendo la capacidad total de refrigeración nominal, la capacidad sensible de refrigeración nominal, la capacidad calorífica nominal, el caudal de impulsión nominal, el espacio al que se aplica y el caudal de ventilación. En la Figura 3.14 se expone un ejemplo de cómo se han obtenido estos valores para cada uno de los espacios, haciendo uso de los datos contenidos en el catálogo empleado y los cálculos adicionales necesarios a partir de estos datos.

| UNIDADES INTERIORES | | EMX25NT | EMX35NT | EMX52NT | EMX71NT |
|-----------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| EAN | | 8436567802184 | 8436567802191 | 8436567802207 | 8436567802214 |
| Capacidad nominal (Frio) | kW | 2,63 | 3,52 | 5,28 | 7,03 |
| Frigorías | fg/h | 2.261 | 3.027 | 4.540 | 6.045 |
| Capacidad nominal (Calor) | kW | 2,9 | 3,8 | 5,57 | 7,33 |
| Kilocalorías | Kcal/h | 2.494 | 3.268 | 4.790 | 6.303 |
| Caudal de aire | m ³ /h | 520/460/340 | 600/500/360 | 840/680/540 | 980/817/662 |
| Presión de descarga | Pa | - | - | - | - |
| Presión sonora (A/M/B/Mute) | dB | 40/30/26/21 | 40/34/26/22 | 44/37/30/25 | 44,5/42/34,5/28 |
| Dimensiones netas | mm | 805x285x194 | 805x285x194 | 957x302x213 | 1.040x327x220 |
| Peso | kg | 7,5 | 7,5 | 10 | 12,3 |
| PVPR | | 229€ | 259€ | 349€ | 449€ |

Figura 3.14. Ejemplo catálogo unidad interior.

En el espacio P01_E01, la carga de refrigeración es de 1,067 kW por lo que se ha seleccionado el modelo EMX25NT, que proporciona 2,63 kW de capacidad nominal en régimen de refrigeración y 2,9 kW en régimen de calefacción. La capacidad sensible de refrigeración se ha estimado suponiendo un factor de calor sensible de 0,8, con lo que resulta en un valor de 2,104 kW. El caudal de impulsión nominal se calcula según la Ecuación (3.6):

$$V_{AI} = \frac{Q_{local}^{sen,ref} \cdot 860}{0,288 \cdot (T_{a,loc} - T_{a,imp})} \quad (3.6)$$

donde,

- V_{AI} es el caudal de impulsión nominal [m³/h]
- $Q_{local}^{sen,ref}$ es el calor sensible de refrigeración del local en régimen de verano [kW]
- $T_{a,loc}$ es la temperatura del aire del local [°C]
- $T_{a,imp}$ es la temperatura del aire de impulsión [°C]

Suponiendo $T_{a,loc}$ como 24°C y $T_{a,imp}$ como 14°C para régimen de verano. se obtiene 240,32 m³/h, por lo que se escoge el caudal de impulsión de aire correspondiente a 340 m³/h. Por último, el caudal de ventilación es el calculado en el Apartado 3.2.4. *Cálculo del número de renovaciones por hora*, expresado en m³/h.

3.4.2 SISTEMA DE ACS

El sistema que proporciona el agua caliente sanitaria al edificio está compuesto por una caldera convencional que emplea gas natural como combustible y cuyo rendimiento nominal se ha supuesto en 0,86 (valor normalmente considerado en este tipo de instalaciones).

El cálculo de la demanda de ACS se realiza atendiendo a lo contenido en el *DB HE-4*. En esta sección, se establece que, para un edificio de oficinas, la demanda es de 2 L/día-persona, siendo

la temperatura de referencia de 60°C. Según los valores de ocupación, hay unas 443 personas en el edificio, por lo que diariamente se necesitan 886 L. Por otra parte, es necesario conocer la temperatura media mensual del agua de red en Ciudad Real, la cual se obtiene del *Apéndice B* del ya citado *DB HE-4*. La cantidad de energía mensual para ACS se obtiene aplicando la ecuación:

$$L = \frac{M_{ac} \cdot N \cdot C_p \cdot (T_{ACS} - T_{AF})}{3.600} \quad (3.7)$$

donde,

- L es la demanda mensual de energía [kW·h/mes]
- M_{ac} es la demanda diaria de agua [L/día]
- N es el número de días de cada mes
- C_p es el calor específico del agua [kJ/kg·K]
- T_{ACS} es la temperatura de consumo [°C]
- T_{AF} es la temperatura del agua de red [°C]

Con todo ello, se obtienen los valores reflejados en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16. Cálculo de la demanda mensual de energía para ACS. Fuente: Elaboración propia.

| | M_{ac} [L/día] | Demanda mensual [L/mes] | T_{AF} [°C] | $T_{ACS}-T_{AF}$ [°C] | L [kWh/mes] |
|-------------------|------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|------------------|
| Enero | 886 | 27.466 | 7 | 53 | 1.690,23 |
| Febrero | 886 | 24.808 | 8 | 52 | 1.497,85 |
| Marzo | 886 | 27.466 | 10 | 50 | 1.594,55 |
| Abril | 886 | 26.580 | 11 | 49 | 1.512,25 |
| Mayo | 886 | 27.466 | 14 | 46 | 1.466,99 |
| Junio | 886 | 26.580 | 17 | 43 | 1.327,08 |
| Julio | 886 | 27.466 | 20 | 40 | 1.275,64 |
| Agosto | 886 | 27.466 | 20 | 40 | 1.275,64 |
| Septiembre | 886 | 26.580 | 17 | 43 | 1.327,08 |
| Octubre | 886 | 27.466 | 13 | 47 | 1.498,88 |
| Noviembre | 886 | 26.580 | 10 | 50 | 1.543,12 |
| Diciembre | 886 | 27.466 | 7 | 53 | 1.690,23 |
| TOTAL AÑO | - | 323.390 | - | - | 17.699,55 |

El parámetro restante para la completa definición del sistema es la capacidad o potencia de la caldera, la cual se calcula según la siguiente ecuación:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_{ACS} - T_{AF}) \quad (3.8)$$

donde,

- \dot{Q} es la potencia de la caldera [kW]
- \dot{m} es el gasto másico de agua [kg/s]
- C_p es el calor específico del agua [kJ/kg·K]
- T_{ACS} es la temperatura de consumo [°C]

- T_{AF} es la temperatura del agua de red [°C]

Lo que resulta en una caldera con capacidad total de 97 kW.

3.5 COMPROBACIÓN SECCIÓN HE-0

La energía que llega a los sistemas de los edificios para cubrir su demanda en materia de calefacción, refrigeración, ACS o iluminación es lo que se conoce como energía final. Esta energía final proviene de la energía extraída de la naturaleza, la energía primaria, que se transporta hasta el punto de consumo mediante los denominados vectores energéticos. El CTE establece en su Sección HE-0: *Limitación del consumo energético*, dos indicadores que permiten reflejar la cantidad de energía primaria necesaria para satisfacer el suministro del edificio. Estos indicadores son el consumo de energía primaria no renovable y el consumo de energía primaria total, cuyos valores máximos están limitados en función del nivel de intervención del edificio, su uso previsto y la zona climática de invierno. En síntesis, el proceso de determinación de la eficiencia energética de un edificio parte de la obtención de la energía final suministrada a éste, la cual es transformada mediante una serie de factores de paso a energía primaria, con la que se puede conocer la cantidad de energía consumida y clasificarla en renovable o no, así como su comparación con otros edificios.

En el caso del edificio objeto de este proyecto, tras la implementación de los distintos sistemas existentes mediante el programa *CALENER-VYP*, es posible comprobar si se cumple la citada sección HE-0. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 3.15. Como se puede observar, el edificio actual no cumple ninguno de los tres requisitos establecidos, ya que tanto el consumo de energía primaria no renovable como el consumo de energía primaria total superan holgadamente los valores límite establecidos para estos parámetros. Por otra parte, también es preciso notar que el número de horas fuera de consigna está muy por encima de su valor límite correspondiente, siendo este de 1.484 horas frente a 141 horas. El número de horas fuera de consigna se define como el número de horas anuales durante el periodo de ocupación en el que cualquiera de los espacios acondicionados del edificio se encuentra fuera del rango de temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración. La obtención de estos resultados evidencia que la instalación existente no cumple con la demanda exigida, por lo que es necesario realizar una reforma completa de esta, tal y como se abordará en el siguiente capítulo.

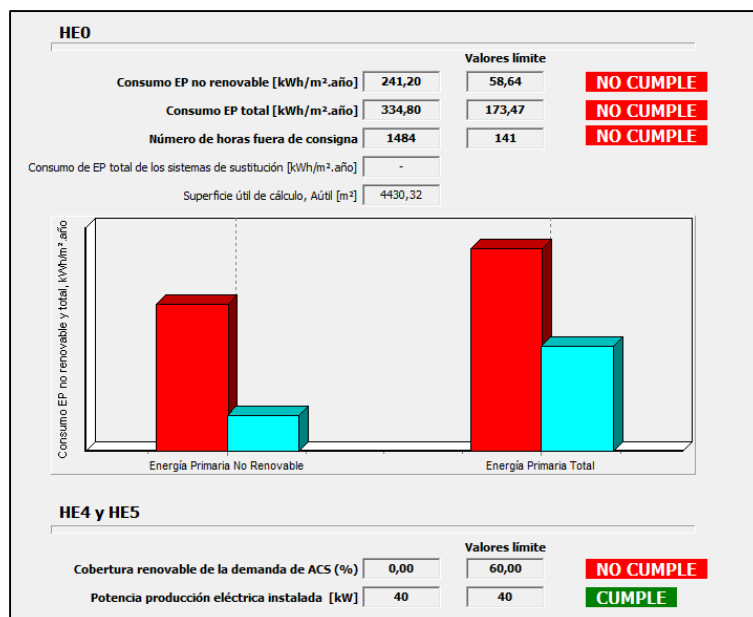


Figura 3.15. Comprobación sección HE-0 de la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Además, el programa también permite analizar si se cumplen las secciones HE-4 y HE-5, referidas a la contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS y la producción mínima de energía eléctrica mediante fuentes de origen renovable, respectivamente. Como se observa en la Figura 3.15, el primero de estos valores no se cumple, ya que actualmente el edificio no tiene instalado ningún sistema que permita cubrir un 60% de las necesidades de ACS mediante energías renovables. Por su parte, la sección HE-5 sí que se satisface, ya que el edificio tiene instalados paneles fotovoltaicos in situ con una potencia eléctrica total de 40 kW.

Por último, en la Figura 3.16 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a las demandas de calefacción, refrigeración y ACS, los consumos de energía final, primaria renovable y no renovable y las emisiones de los distintos sistemas presentes en el edificio. Estos resultados permiten analizar cada instalación por separado y con ello tomar medidas de mejora encaminadas a conseguir un edificio más eficiente. Es destacable el papel predominante del sistema de calefacción en todos los aspectos analizados, siendo el principal consumidor de energía y fuente de emisiones.

| | | Calefacción | Refrigeración | A.C.S. | Ventilación | Iluminación | Otros |
|---|---------------------------------------|-------------|---------------|--------|-------------|-------------|-------|
| Demanda, D | kWh/m ² año | 87,79 | 35,72 | 4,00 | - | - | - |
| Energía Final, C _{ef} | kWh/m ² año | 130,42 | 22,41 | 4,65 | 0,00 | 11,45 | - |
| Energía Primaria Total, C _{ep;tot} | kWh/m ² año | 254,15 | 49,73 | 5,55 | - | 25,42 | - |
| Energía Primaria No Renovable, C _{ep;nren} | kWh/m ² año | 176,74 | 39,02 | 5,53 | - | 19,94 | - |
| Energía Primaria Renovable, C _{ep;ren} | kWh/m ² año | 77,41 | 10,71 | 0,02 | - | 5,47 | - |
| Emisiones, E _{CO2} | kgCO ₂ /m ² año | 29,94 | 6,61 | 1,17 | - | 3,38 | - |

Figura 3.16. Resultados de demanda, consumos de energía y emisiones en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC.

3.6 RESULTADOS DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA INICIAL

Para finalizar el proceso de verificación de las distintas secciones del CTE, la Herramienta Unificada genera dos informes en los que se recogen todos los resultados obtenidos en los pasos previos, siendo estos documentos la “Verificación de requisitos de CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019” y el “Certificado de eficiencia energética de edificios”. El certificado puede consultarse al completo en el *Anexo III*. A continuación, se recogen los aspectos más destacables de las calificaciones energéticas obtenidas.

En primer lugar, el consumo de energía primaria no renovable se ha calificado en la etiqueta con el nivel D correspondiente a 241,23 kWh/m²·año, siendo el sistema de calefacción el que peor calificación tiene (F). En segundo lugar, se presenta la calificación energética del edificio en emisiones globales de CO₂, siendo en este caso etiqueta C correspondiente a 41,10 kgCO₂/m²·año, en el que la mayor parte de estas emisiones proviene del sistema de calefacción. Por último, se tienen las calificaciones parciales del edificio en cuanto a la demanda energética de calefacción y refrigeración, siendo estas D y C respectivamente. Lo expuesto se justifica según lo mostrado en las siguientes figuras:

| INDICADOR GLOBAL | | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|----------|---|---|---|---|
| Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹ | 241,23 D | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | | Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año) | F | Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año) | C |
| | | 176,74 | | 5,53 | |
| | | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| | | Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año) | D | Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año) | A |
| | | 39,02 | | 19,94 | |

Figura 3.17. Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC.

| INDICADOR GLOBAL | | INDICADORES PARCIALES | | | |
|---|---------|---|---|---|---|
| Emisiones globales (kgCO ₂ /m² año) ¹ | 41,10 C | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | | Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m² año) | D | Emisiones ACS (kgCO ₂ /m² año) | C |
| | | 29,94 | | 1,17 | |
| | | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| | | Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m² año) | D | Emisiones iluminación (kgCO ₂ /m² año) | A |
| | | 6,61 | | 3,38 | |

Figura 3.18. Calificación energética del edificio en emisiones en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC.

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN | | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN | |
|--|---------|--|---------|
| Demanda de calefacción (kWh/m²año) | 87,79 D | Demanda de refrigeración (kWh/m²año) | 35,72 C |
| | | | |

Figura 3.19. Calificaciones parciales de las demandas energéticas de calefacción y refrigeración en la situación inicial. Fuente: Elaboración propia en HULC.

A la vista de los resultados obtenidos, se puede concluir que el edificio presenta calificaciones muy deficientes en materia de consumo de energía primaria no renovable y en la demanda de calefacción. Por otra parte, las relativas a la demanda de refrigeración y de emisiones de CO₂ son mejores, aunque también poseen mucho margen de mejora. Puesto que los sistemas de calefacción y refrigeración juegan un papel fundamental en el consumo energético del edificio, en el siguiente capítulo se introducirán una serie de mejoras en la envolvente del mismo y en sus instalaciones encaminadas a mejorar las calificaciones obtenidas, tanto globales como parciales, consiguiendo disminuir así el elevado consumo de energía primaria no renovable y las emisiones producidas.

4 ESTUDIO DE MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

El objetivo principal de este proyecto es el diseño óptimo de la envolvente e instalaciones de un edificio terciario. A tal efecto, el presente capítulo trata de presentar las medidas de ahorro propuestas para lograr dicho objetivo. Se comienza con una recapitulación de los valores actuales de las transmitancias correspondientes a los elementos que componen el edificio, en base a los cuales se proponen diversas medidas de ahorro energético. Seguidamente, se tratan las alternativas propuestas para la envolvente, compuesta por cerramientos, cubierta, suelo, huecos y protecciones solares. Finalmente, se presentan las medidas aplicadas en las instalaciones presentes en el edificio, siendo estos los sistemas de climatización, iluminación y ACS.

4.1 SITUACIÓN INICIAL. DEFINICIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Como se ha comprobado en el capítulo anterior, el edificio resulta poco eficiente energéticamente. No obstante, las soluciones constructivas actuales tienen un gran margen de mejora; por lo tanto, adoptar medidas en los elementos y sistemas que componen el edificio resultará en una notable disminución de la demanda y conllevará una mejor calificación energética. En la Tabla 4.1 se muestran los parámetros de los elementos que componen la envolvente en la situación actual, acompañadas del valor límite establecido en el *CTE*, según la zona climática de invierno, siendo en este caso D.

Tabla 4.1. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: Elaboración propia.

| PARÁMETRO | | VALOR ACTUAL | VALOR LÍMITE |
|---|----------|--------------|--------------|
| Transmitancia térmica de muros en contacto con el aire exterior [W/m ² ·K] | | 0,88 | 0,41 |
| Transmitancia térmica de cubiertas en contacto con el aire exterior [W/m ² ·K] | | 0,75 | 0,35 |
| Transmitancia térmica de suelos en contacto con el terreno [W/m ² ·K] | | 0,99 | 0,65 |
| Transmitancia térmica de huecos [W/m ² ·K] | Ventanas | 6,27 | 1,8 |
| | Puertas | 3,40 | 1,8 |
| Permeabilidad al aire de huecos [m ³ /h·m ²] | Ventanas | 50 | 27 |
| | Puertas | 60 | 27 |

Al tratarse de una edificación existente, el establecimiento de medidas de mejora debe tener en cuenta una serie de criterios, como son: no empeorar las prestaciones existentes; intentar alcanzar los niveles exigidos o, en su defecto, llegar al mayor grado de adecuación; y conservar en perfecto estado las partes no intervenidas del edificio o reparar los daños que se detecten.

Las medidas de mejora iniciales y que se irán desarrollando individualmente en los apartados que siguen, son las citadas a continuación:

- Aumentar el aislamiento de los cerramientos exteriores.
- Mejorar el aislamiento de la cubierta.
- Aumento del espesor de aislamiento en los suelos en contacto con el terreno.
- Sustitución de los vidrios y marcos de las ventanas por otros de mayor calidad.
- Instalación de sistemas de control solar en los huecos.
- Cambio del sistema de climatización.
- Sustitución de las luminarias por unas más eficientes.
- Renovación del sistema de ACS e incorporación de captadores solares.

4.2 MEJORAS EN LA ENVOLVENTE TÉRMICA

4.2.1 CERRAMIENTOS

El aislamiento de los muros exteriores es una gran medida para conseguir ahorrar energía, ya que es el elemento con mayor superficie en contacto con el exterior. La instalación o mejora del aislamiento de la fachada supone una disminución de la energía necesaria para alcanzar las condiciones de confort en el interior, la reducción del riesgo de condensaciones y, en algunos casos, la eliminación o minimización de los puentes térmicos existentes en el edificio. Se han considerado tres opciones de aislamiento de los cerramientos exteriores, aislando tanto por el interior como por el exterior. Estas medidas son: inyección en cámara de aire, trasdosado interior y sistema SATE.

4.2.1.1. Inyección en cámara de aire

El edificio de oficinas cuenta con una cámara de aire en las fachadas, la cual se puede rellenar con un material aislante, siendo éste mucho más efectivo que el aire. Este sistema consiste en realizar pequeños orificios espaciados uniformemente, e inyectar el material aislante desde el interior mediante mangueras, tal y como se puede observar en la Figura 4.1. En este caso el material aislante seleccionado que sustituirá la cámara de aire sin ventilar de 2 cm son nódulos de lana mineral de conductividad térmica 0,031 W/mK. Las principales ventajas de este sistema son que no se modifica la estética del edificio y que no se pierde espacio interior, además de la sencillez y rapidez de la instalación. Sin embargo, también presenta algunos inconvenientes, ya que requiere un estudio previo para comprobar que las cámaras de aire están en buen estado y asegurar así que el aislante se distribuye correctamente; y no es posible aislar las uniones del muro exterior con los techos y tabiques, lo cual no elimina los puentes térmicos. Por otra parte, no permite elegir el espesor del aislamiento, ya que se es dependiente del grosor de la cámara de aire preexistente.

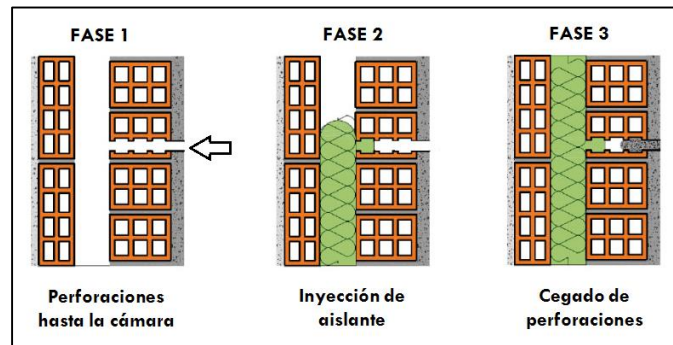


Figura 4.1. Inyección de aislamiento en cámara de aire. Fuente: Google Imágenes.

4.2.1.2. Trasdoso interior

Otro sistema para aislar térmicamente por el interior es la colocación de paneles rígidos de aislamiento en los muros en contacto con el exterior. El trasdoso directo se basa en la instalación de una placa prefabricada de yeso que lleva incorporado un panel de aislamiento de lana mineral (ver Figura 4.2). Esta placa se unirá a la pared existente mediante pasta de agarre. Las ventajas e inconvenientes de este sistema son similares a los de la solución anterior, aunque en este caso habría que añadir como inconveniente la pérdida de superficie útil en los distintos espacios del edificio.

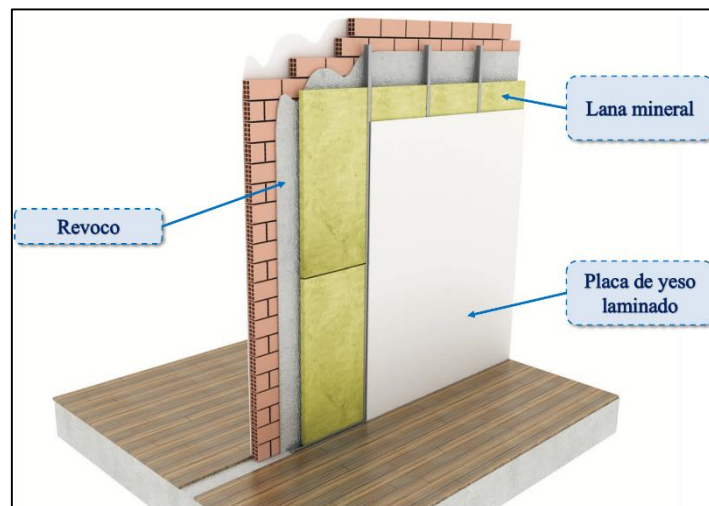


Figura 4.2. Detalle constructivo trasdoso interior. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes.

4.2.1.3. Sistema SATE

El último método que se propone para mejorar el aislamiento de los muros en contacto con el exterior es el conocido como SATE: Sistema de Aislamiento Térmico Exterior. Esta opción se basa en la adición de varias capas en el exterior del edificio, mejorando las prestaciones termohigrométricas de su envolvente y permitiendo ahorrar tanto en régimen de calefacción como de refrigeración. Es un sistema ampliamente utilizado en la rehabilitación de edificios por proporcionar muy buenos resultados. Su principal ventaja, y la que lo distingue del resto de opciones presentadas anteriormente, es la eliminación o minimización de los puentes térmicos de la estructura, al ser aplicado por toda la superficie exterior de forma continua. Además, al colocarse por el exterior, no se pierde superficie habitable, y mejora la apariencia estética del edificio, lo cual podría ser un problema en edificios históricos obligados a conservar su fachada, pero en el caso objeto de estudio no supone ningún inconveniente. Otras de las ventajas que implica la instalación del sistema SATE son la reducción del riesgo de condensaciones, el

aislamiento acústico, su carácter respetuoso con el medio ambiente, la revalorización del edificio y el mantenimiento de la estructura del edificio en condiciones estables, lo cual no produce grietas, fisuras u otros fenómenos en los materiales que estarían expuestos a las inclemencias meteorológicas. En la Figura 4.3 puede observarse el detalle de los materiales que componen un sistema SATE. La colocación de este sistema requiere una preparación previa de la superficie sobre la que se va a aplicar, buscando fisuras y garantizando la homogeneidad para fijar los paneles. Una vez colocados los perfiles de arranque, se procede a instalar las placas aislantes siguiendo el esquema de la Figura 4.3.

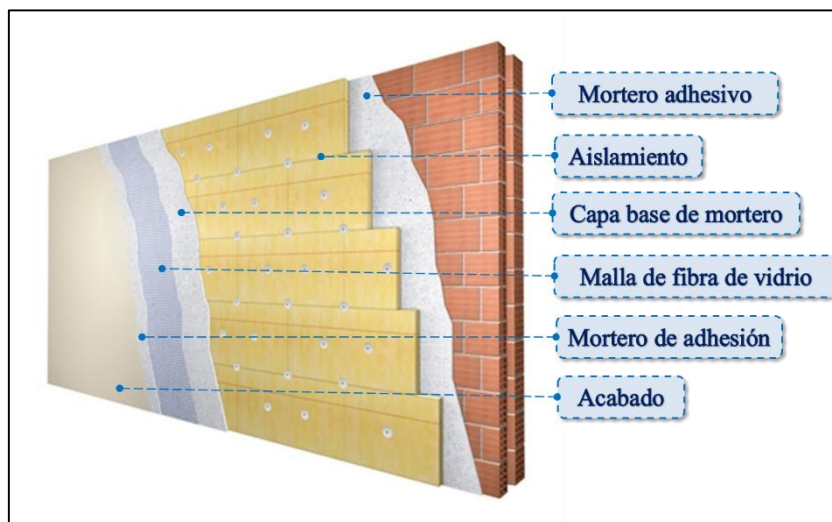


Figura 4.3. Detalle constructivo sistema SATE. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes.

4.2.2 CUBIERTA

El elemento más sensible de un edificio es la cubierta, ya que esta se encuentra expuesta a los agentes meteorológicos y, además, en este caso, al ser una cubierta plana transitable, también al uso de los operarios de mantenimiento. Los problemas que se presentan con mayor frecuencia en las cubiertas son los asociados a las humedades y filtraciones, así como el deterioro que sufren las baldosas o el elemento que las acabe debido a la habitual falta de mantenimiento y a la acción prolongada de los agentes meteorológicos. Realizar una rehabilitación de la cubierta supone disminuir las ganancias por radiación solar directa y las pérdidas de calor que presenta el edificio, que en el caso de la cubierta pueden llegar a suponer hasta un 30% del total, además de evitar los ya citados problemas de infiltraciones y humedad. En este apartado se proponen dos posibles actuaciones sobre la cubierta actual del edificio, pudiendo colocar el aislamiento térmico desde el exterior o por el interior.

4.2.2.1. Aislamiento térmico por el exterior

La primera opción presentada consiste en colocar una placa de poliestireno extruido (XPS) con hidrofluorcarbonos de conductividad 0,032 W/mK. Las planchas aislantes de XPS absorben muy poca humedad, tienen gran resistencia a la compresión y mantienen sus prestaciones en un nivel óptimo a largo plazo. El procedimiento para instalar este aislante comienza con la eliminación de la baldosa cerámica actual y la colocación del aislante sobre el mortero de nivelación existente. Después, se añade una capa de mortero de cemento seguida de una tela de PVC que permeabilizará la cubierta. Por último, se añade otra fina capa de mortero y se remata con un pavimento de plaquetas cerámicas similares a las ya existentes. La colocación del aislamiento en la cubierta interviniendo desde el exterior de ésta presenta claras ventajas, como son la no reducción de la altura libre de los espacios del último piso, las pocas molestias que origina a los ocupantes y el aprovechamiento de toda la inercia térmica de la cubierta soporte existente, al no realizar un cambio completo de esta, sino solo la sustitución de algunos de sus

elementos. Asimismo, también se consigue eliminar los puentes térmicos y se pueden reparar las pequeñas grietas o fisuras que hayan aparecido en la superficie exterior de la cubierta. Por otra parte, en el proceso de rehabilitación de una cubierta hay que tener en cuenta ciertos detalles críticos que se pueden presentar durante la ejecución de las obras. Se debe considerar el aumento de carga añadida y si la estructura tiene o no capacidad portante suficiente para soportarla, así como el correcto sellado de los puntos de drenaje de la cubierta o el encuentro de las diversas capas añadidas con el resto de elementos.

4.2.2.2. Aislamiento térmico por el interior

En este caso, se actuará desde la parte interior de la cubierta instalando un revestimiento autoportante de placas de yeso laminado fijadas sobre maestras metálicas suspendidas del forjado entre las que se coloca lana mineral, según la Figura 4.4. El proceso de instalación consiste en suspender maestras del forjado cerámico, sobre las que se fijarán las placas de yeso. Entre ambas placas quedará una cavidad que se rellena con el material aislante, en este caso una placa de lana mineral de conductividad térmica $0,031 \text{ W/mK}$. Las ventajas que presenta este sistema son la mejora del aislamiento térmico y acústico de la cubierta, siendo este último de especial consideración en el caso de cubiertas planas transitables; el no tener que levantar el acabado exterior; la posibilidad de cambiar el sistema de iluminación o climatización si se dispone de altura suficiente; y la rapidez y facilidad del montaje. No obstante, optar por este sistema supone algunos inconvenientes con respecto al presentado anteriormente, ya que actuando por el interior no es posible mejorar problemas de impermeabilización de la cubierta y disminuye la altura libre de las estancias de la última planta.

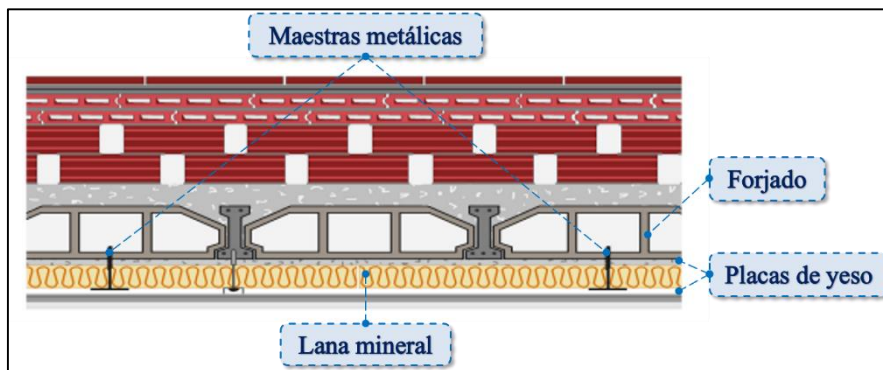


Figura 4.4. Detalle revestimiento placas de yeso y lana mineral. Fuente: Elaboración propia a partir de Soluciones de aislamiento con lana mineral (IDAE, 2008).

4.2.3 SUELOS

El suelo de la planta sótano se encuentra en contacto directo con el terreno, por lo que es un elemento que no debe olvidarse en las tareas de rehabilitación del edificio, ya que a través de él se produce una pérdida de calor que afecta notablemente al consumo de energía. Además, el aislamiento colocado en la solera influye en la transmitancia térmica del resto del edificio, ya que existe un puente térmico perimetral entre la solera y la fachada. El detalle constructivo del suelo actual evidencia que este no posee ningún tipo de capa impermeable que frene los problemas derivados de la humedad presentes habitualmente en los sótanos de los edificios, además de tener un espesor de aislante insuficiente para cumplir el CTE. Para mejorar el aislamiento del suelo del sótano, se retirarán las capas correspondientes al pavimento cerámico, el mortero y el poliestireno expandido actual. Sobre el entrevigado de hormigón, se colocará una membrana impermeable de PVC, los paneles de poliestireno extruido (XPS), seguidos de una barrera de vapor (consistente en un film de poliestireno de baja densidad LDPE de 2 mm de espesor) y una capa de mortero rematada con las baldosas cerámicas, tal y como se puede apreciar en la Figura 4.5.

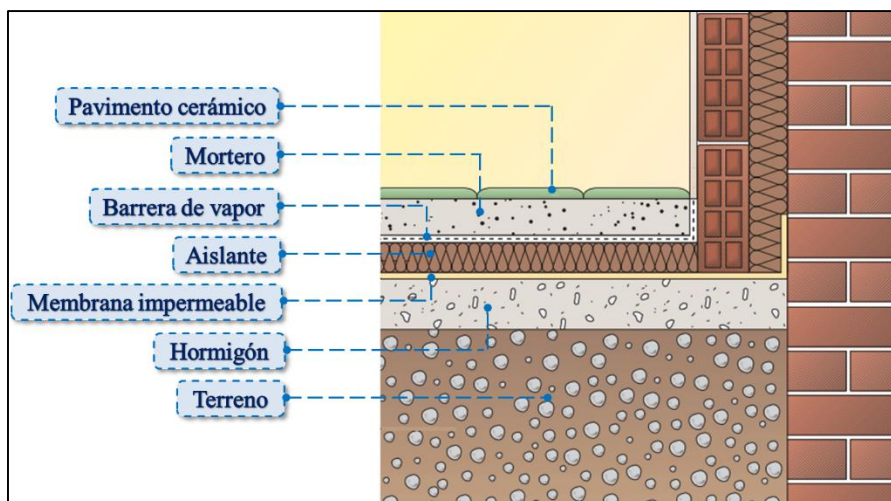


Figura 4.5. Detalle aislamiento térmico de suelo en contacto con el terreno. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes.

Esta solución es muy acertada, ya que el XPS es un material que cumple con las características exigibles a un aislante que se va a colocar en este tipo de espacios, al tener alta resistencia a la compresión, a la humedad y conservar sus características a largo plazo. Al aislar térmicamente el suelo se consigue minimizar las pérdidas energéticas y evitar el riesgo de condensaciones superficiales y la falta de confort térmico por la “radiación fría” proveniente del terreno.

4.2.4 HUECOS

Las ventanas son un elemento de gran importancia en lo referido a la mejora de la eficiencia energética de un inmueble. Debido a la radiación solar que incide sobre los vidrios y la propia transmisión de calor a través de los marcos, se produce una ganancia de calor en verano y una pérdida en invierno. Además, los componentes del hueco deben tener la permeabilidad adecuada para impedir la entrada de aire al interior del edificio, y no permitir que se formen condensaciones en los marcos de la ventana. Por tanto, sustituir las ventanas por unas de mejores prestaciones supondrá una mejora en la eficiencia y reducirá la demanda del edificio. Se han considerado dos opciones para mejorar la calidad de los huecos: sustitución de las ventanas actuales por ventanas de aluminio con rotura de puente térmico y por ventanas de PVC multicámara, ambas con vidrios dobles bajo emisivos.

4.2.4.1. Aluminio con rotura de puente térmico

El aluminio es un material muy conductor, por lo que disponer de unas ventanas de marco de aluminio simple conduciría a los resultados obtenidos en la situación actual. Para disminuir el elevado valor de transmitancia térmica del aluminio, se intercala un material no conductor separador entre las caras interior y exterior del perfil, lo que se conoce como rotura de puente térmico (ver Figura 4.6). Este material es un plástico que impide el contacto directo de las dos caras, minimizando así la transferencia de calor a través del marco metálico. Se ha optado por un marco metálico en posición vertical con rotura de puente térmico de 12 mm de espesor. Como se comprobará en el capítulo siguiente, esta solución nunca llega a igualar los valores obtenidos con un marco de PVC, además de ser más costoso por el elevado espesor de la rotura necesaria y la mayor dificultad de fabricación.

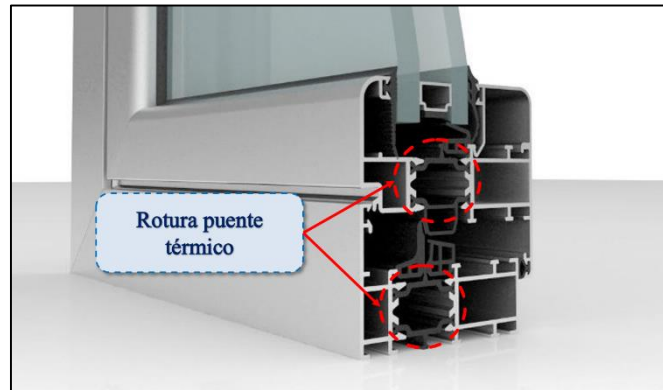


Figura 4.6. Detalle ventana con rotura de puente térmico. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes.

Una vez elegido el marco de la ventana, es necesario especificar las características del grupo vidrio. En este caso la simulación se realizará con un vidrio doble bajo emisivo formado por: vidrio exterior de 4 mm, cámara de aire de 12 mm y vidrio interior de 6 mm. Además, en *HULC* también es necesario indicar la permeabilidad al aire y la transmitancia total de energía solar del acristalamiento sin dispositivos de sombra móvil activados, siendo estos valores de $27 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ y 0,67 respectivamente. Los vidrios bajo emisivo llevan aplicado un tratamiento químico en una de las caras y son capaces de reflejar una parte de la energía solar incidente, evitando que entre en el edificio, como se puede observar en el esquema contenido en la Figura 4.7. Con este sistema se consigue mantener el calor y el frío en el interior del espacio al reducir las pérdidas a través de las ventanas, lo que supone un ahorro considerable de energía.

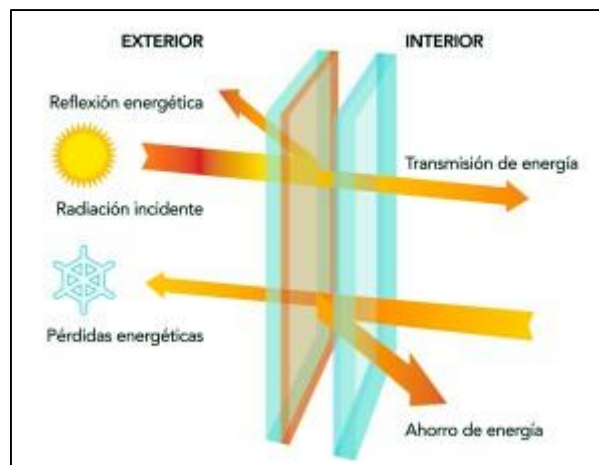


Figura 4.7. Vidrio doble bajo emisivo. Fuente: Google Imágenes.

4.2.4.2. Carpintería de PVC

Otra alternativa considerada es la sustitución de los marcos metálicos actuales por una carpintería de policloruro de vinilo (PVC). Es un material con bajo nivel de conductividad, por lo que es una de las soluciones más empleadas para mejorar el aislamiento acústico y térmico de los edificios. Otro aspecto a destacar de este tipo de carpintería es que el porcentaje de hueco cubierto por el marco es superior respecto a otras opciones como marcos de madera o de aluminio, por lo que se reduce la cantidad de radiación que entra por el vidrio. Para simular el comportamiento de un marco de PVC, se supondrá un grupo marco de PVC en posición vertical con dos cámaras de aire estancas. Otras ventajas que presentan las ventanas de PVC son su larga vida útil, su escaso mantenimiento, y la alta calidad que proporcionan, aunque su precio sea elevado.

Por su parte, el grupo vidrio será el mismo que se indicó en el apartado anterior, un vidrio doble bajo emisivo de 4-12-6, siendo por tanto los valores de permeabilidad al aire y transmitancia total de energía solar del acristalamiento iguales a los indicados para el caso del marco metálico con rotura de puente térmico. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, instalar ventanas con marcos de PVC aumenta significativamente el porcentaje de hueco cubierto por el marco, situándose en un 35%.

4.2.5 PROTECCIONES SOLARES

El último aspecto a considerar en la rehabilitación de los elementos de la envolvente es la instalación de sistemas de control solar en los huecos de la fachada, ya que el control solar es uno de los indicadores de la eficiencia energética de los edificios. La energía del sol incide directamente sobre los edificios y debe controlarse la que entra al interior para reducir la demanda a vencer por los equipos de calefacción y refrigeración. En invierno, la energía solar es beneficiosa puesto que permite reducir el consumo en calefacción; mientras que en verano supone un aporte adicional de energía al interior del edificio que hace aumentar el consumo de la instalación de refrigeración. Por lo tanto, es importante escoger un sistema de protección solar adecuado que permita el aporte solar en invierno pero que lo reduzca en verano.

Los edificios de oficinas como el presentado en este proyecto se caracterizan por tener una gran superficie acristalada. Actualmente, el único elemento de control solar presente en el edificio es el retranqueo de los huecos. En el *Apartado 4.2.4. Huecos*, ya se ha introducido una mejora que contribuirá a reducir el parámetro del control solar y situarlo por debajo del valor límite establecido, al haber propuesto como medida de mejora la colocación de vidrios dobles bajo emisivos.

Las estrategias de control solar más empleadas habitualmente son voladizos o aleros horizontales, toldos, lamas regulables verticales u horizontales y láminas de protección solar. La elección de uno u otro sistema se debe realizar atendiendo a la orientación de las ventanas presentes en el edificio. De esta forma, la solución más apropiada para fachadas con orientación sur son toldos o sistemas de lamas horizontales, mientras que en fachadas orientadas al este y al oeste lo más adecuado es colocar sistemas de lamas verticales. Las dos alternativas propuestas para la instalación de elementos de control solar son: instalación de toldos o instalación de persianas enrollables de lamas de PVC, ambas en color blanco.

Estos cambios se introducen en *HULC* en la pestaña de huecos y lucernarios de la base de datos, indicando el valor de la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados ($g_{gl,sh,wi}$). Para obtener estos valores se ha hecho uso de la Tabla 12 del *DA DB-HE1*, según lo recogido en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Transmitancia total de energía solar de huecos con dispositivos de sombra móvil. Fuente: Elaboración propia.

| FACTOR DE TRANSMITANCIA SOLAR DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN | | Protección exterior |
|---|--------------------|--------------------------------------|
| | | Factor de reflexión ($\rho_{e,B}$) |
| $T_{e,B}$ | Tipo de vidrio | Blanco |
| 0 (persianas) | Doble bajo emisivo | 0,03 |
| 0,2 (toldos) | Doble bajo emisivo | 0,17 |

4.2.6 ELECCIÓN DE ESPESORES DE AISLAMIENTO ÓPTIMOS Y TRATAMIENTO DE PUENTES TÉRMICOS

El objetivo de este apartado es calcular el espesor de aislamiento necesario en cada una de las alternativas propuestas en los cerramientos, cubierta y suelo para asegurar el cumplimiento del parámetro K de la *Sección HE-1* del *CTE*. Para ello, se ha empleado un archivo Excel proporcionado por el Grupo de Termotecnia en el que, introduciendo la zona climática, las áreas de muros, cubierta, suelos, ventanas y el K_{lim} a cumplir, proporciona el valor de la transmitancia térmica de muros, cubierta, suelo y ventanas máximos para cumplir el HE-1. Una vez obtenido este valor, el espesor de aislamiento necesario se calcula despejando de la ecuación de la transmitancia térmica de un cerramiento compuesto por n capas:

$$U = \frac{1}{R_{se} + \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \dots + \frac{e_n}{k_n} + R_{si}} \quad (4.1)$$

donde,

- U es la transmitancia térmica del cerramiento [$W/m^2 \cdot K$]
- R_{se} es la resistencia superficial exterior [$m^2 \cdot K/W$]
- R_{si} es la resistencia superficial interior [$m^2 \cdot K/W$]
- e_n es el espesor de la capa n [m]
- k_n es la conductividad de la capa n [$W/m \cdot K$]

Los valores de las resistencias superficiales R_{se} y R_{si} se han obtenido del *DA DB-HE1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*, siendo los valores utilizados los recogidos en la Tabla 4.3. Para el resto de parámetros, se ha utilizado la información proporcionada por *HULC* en el detalle constructivo de cada elemento.

Tabla 4.3. Resistencias térmicas superficiales. Fuente: Elaboración propia.

| POSICIÓN DEL CERRAMIENTO Y SENTIDO DEL FLUJO DE CALOR | R_{se} | R_{si} |
|---|----------|----------|
| Cerramientos verticales y flujo horizontal | 0,04 | 0,13 |
| Cerramientos horizontales y flujo ascendente (cubierta) | 0,04 | 0,10 |
| Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo) | 0,04 | 0,17 |

La Tabla 4.4 muestra el espesor de aislamiento obtenido, así como el área y transmitancia térmica a las que se hizo alusión al principio de este apartado. Como se puede observar, el espesor de aislamiento necesario a instalar en la cámara de aire para cumplir con el parámetro K sería de 12 cm, lo cual no es posible puesto que el espesor de esta cámara actualmente es de 2 cm. En el siguiente capítulo se comprobará si estos 2 cm de aislamiento son suficientes al estar combinados con otras mejoras en el resto de elementos, o si, por el contrario, son insuficientes para cumplir los requerimientos del *CTE*.

Tabla 4.4. Resultados espesor de aislamiento óptimo. Fuente: Elaboración propia.

| ELEMENTO | ÁREA [m ²] | TRANSMITANCIA TÉRMICA [W/m ² ·K] | ESPESOR AISLAMIENTO [cm] | |
|----------|------------------------|---|--------------------------|-----------------------------|
| Muros | 2.668 | 0,21 | 12 | Inyección en cámara de aire |
| | | | 11 | Trasdosado interior |
| | | | 11 | Sistema SATE |
| Cubierta | 733 | 0,22 | 10 | Por el exterior |
| | | | 10 | Por el interior |
| Suelos | 839 | 0,38 | 5 | - |

Por último, partiendo del valor del incremento debido a los puentes térmicos, $\Delta U_{PT}=0,29$ W/K, es necesario modificar las transmitancias térmicas lineales (TTL) de los puentes térmicos presentes en el edificio. En la Tabla 4.5 se han recogido los valores de las TTL a introducir en *HULC* para cada tipo de puente térmico.

Tabla 4.5. Transmitancias térmicas lineales de puentes térmicos. Fuente: Grupo de Termotecnia.

| TIPO DE PUENTE TÉRMICO | TTL (W/mK) | TIPO DE PUENTE TÉRMICO | TTL (W/mK) |
|--|------------|-----------------------------------|------------|
| Frente de forjados | 0,19 | Esquina interior | -0,16 |
| Cubiertas planas | 0,24 | Pilares | 0,02 |
| Forjado inferior en contacto con el aire | 0,15 | Suelos en contacto con el terreno | 0,22 |
| Esquina exterior | 0,11 | Contorno de huecos | 0,1 |

Partiendo de los valores por defecto de las TTL indicados por *HULC* (ver Tabla 3.2), esta modificación de los puentes térmicos supone una mejora notable del aporte térmico relacionado con los puentes térmicos, habiendo pasado en el caso del frente de forjados de 0,97 a 0,19 W/mK.

4.3 MEJORAS EN LAS INSTALACIONES

Una vez estudiadas las medidas de mejora sobre la envolvente del edificio objeto de análisis, es preciso encontrar soluciones relativas a las diversas instalaciones presentes en el mismo. Es muy importante combinar el diseño pasivo del edificio, para conseguir disminuir la demanda energética, con la elección adecuada de sistemas de alto rendimiento y que hagan uso de fuentes de energía renovables. De esta forma, será posible reducir las pérdidas de energía que se producen en los sistemas como consecuencia de la transformación de la energía final que les llega en la energía útil necesaria para satisfacer la demanda. En los siguientes apartados se describen las medidas de mejora consideradas sobre los sistemas de climatización, iluminación y ACS.

4.3.1 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

El sistema de refrigeración y calefacción actual supone un consumo muy elevado de energía, con la consiguiente emisión de gases nocivos para el medio ambiente. En consecuencia, la renovación de este sistema por otro más eficiente es un aspecto clave a considerar en la rehabilitación del edificio para conseguir mejorar su calificación energética. Se analizarán tres alternativas para el sistema de climatización: sustituir el “multisplit” actual, sistema VRV con recuperación de calor y, por último, un sistema mixto de calefacción y ACS junto con un sistema para refrigeración por autónomo solo frío.

4.3.1.1. Mejora del sistema “multisplit” actual

Esta alternativa consiste en sustituir el sistema multisplit actual por otra instalación del mismo tipo, pero con mejores calidades. Las unidades seleccionadas tienen unos rendimientos en refrigeración (SEER) y en calefacción (SCOP) muy superiores a los de la instalación actual. Los equipos, extraídos de un catálogo de Salvador Escoda, son los siguientes:

- Unidades exteriores modelo MUEX-18-H9.2, MUEX-21-H9.3, MUEX-27-H9.3, MUEX-28-H9.4, MUEX-36-H9.4 y MUEX-42-H9.5.
- Unidades interiores modelos MUPR-09-H9M, MUPR-12-H9M, MUPR-18-H9M y MUPR-24-H9M.

4.3.1.2. Sistema VRV con recuperación de calor

La siguiente alternativa supone instalar un sistema VRV (caudal de refrigerante variable) con recuperación de calor, en cual una unidad externa común se conecta con múltiples unidades interiores a través de tuberías de cobre. Esta solución resulta idónea para la climatización de grandes edificios en los que existen diferentes demandas de temperatura, ya que la tecnología inverter de los compresores permite regular la cantidad de refrigerante que se envía a las baterías de condensación- evaporación de cada unidad interior en función de la regulación de la temperatura de cada uno de los espacios. Además, el sistema posee recuperación de calor a tres tubos, con el que es posible proveer de calefacción y aire acondicionado de forma simultánea. El principio de funcionamiento de este sistema se explica suponiendo un edificio con la mayoría de sus locales en régimen de refrigeración: en el proceso de evaporación del refrigerante para enfriar los espacios, se produce calor de condensación, que es aprovechado por las unidades interiores de otros locales que se encuentren en régimen de calefacción (ver Figura 4.8), permitiendo así un aprovechamiento de la energía generada y no expulsándola al exterior como se haría en un sistema sin la tecnología de recuperación de calor. El proceso se explica de forma similar para un edificio con la mayoría de sus unidades interiores funcionando en régimen de calefacción.

La instalación consistirá en varias unidades exteriores para sistema VRV-IV+ con bomba de calor con recuperación de calor, a las que se conectarán unidades interiores de pared. Los equipos seleccionados de un catálogo de Daikin son:

- Unidades interiores modelos FXAQ15P, FXAQ20P, FXAQ25P, FXAQ32P, FXAQ40P, FXAQ50P y FXAQ63P.
- Unidades exteriores modelos REYQ10U y REYQ12U.

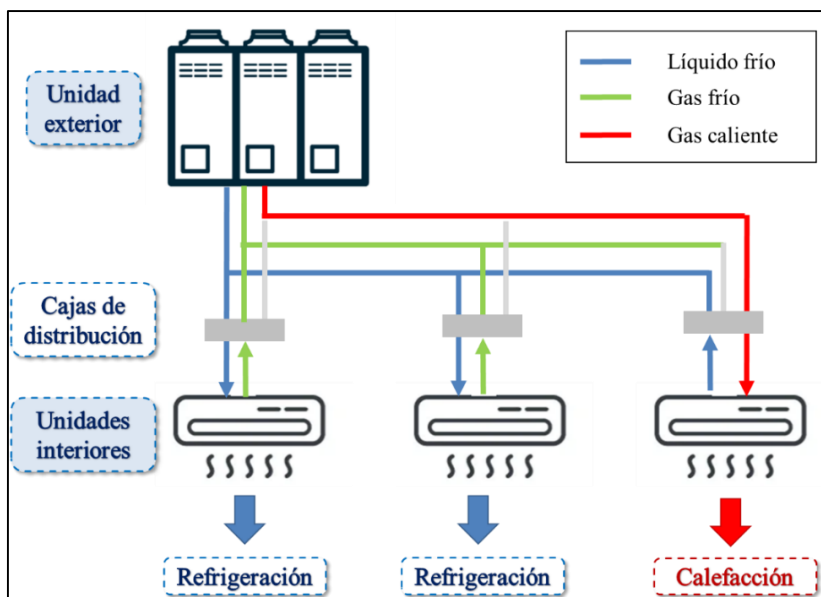


Figura 4.8. Esquema instalación con recuperación de calor. Fuente: Elaboración propia.

Como se comentaba líneas arriba, este tipo de sistemas posee numerosas ventajas. La principal de ellas es la adaptación de las unidades interiores a las necesidades de cada persona, lo cual es muy importante en un edificio como el presentado, en el que las oficinas presentan diferentes orientaciones. Esta característica de la instalación de climatización lo convierte en un sistema muy flexible. Con el sistema a tres tubos se consigue un gran aprovechamiento de la energía, al transferirla a través del edificio, por lo que se considera una buena opción para este proyecto de rehabilitación, en el que la reducción del consumo es uno de los objetivos fundamentales. Otras de las ventajas que presentan los sistemas VRV son: la facilidad de la instalación, debido a su diseño modular, el mantenimiento económico y sencillo, y los bajos niveles sonoros de las unidades interiores y exteriores. Por otra parte, también presenta algunos inconvenientes, ya que la instalación tiene un coste inicial elevado, es necesario realizar un gran número de conexiones y la longitud de las tuberías es mayor.

4.3.1.3. Sistema mixto de calefacción y ACS y refrigeración con autónomo solo frío

La última propuesta consiste en implementar un sistema mixto que proporcione calefacción y ACS acompañado de un sistema de climatización unizona por autónomos de solo frío para la refrigeración. Los sistemas mixtos permiten satisfacer las demandas de calefacción y ACS con una única instalación, en la que existe un circuito cerrado para la calefacción y otro abierto para el agua caliente sanitaria. Los equipos emisores de calefacción serán radiadores de aluminio de pared, mientras que la caldera será una de pie de condensación. Por otra parte, los equipos autónomos serán Split unizona sin bomba de calor. A continuación, se muestran los modelos seleccionados, habiéndose extraído los radiadores y la caldera de un catálogo de Salvador Escoda y los equipos autónomos solo frío de un catálogo comercial de Fujitsu:

- Radiadores Dubal30, Dubal45, Dubal60, Dubal70, Dubal80 con 14 elementos, del fabricante Baxi.
- Caldera EuroCondens SGB400, del fabricante Baxi.
- Split de pared solo frío modelos ASG7F, ASG9F, ASG12F, ASG14F, ASG17F, ASG24F y ASG30F.

4.3.2 ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación actual cumple con los requisitos establecidos en la norma *UNE-EN 12464* relativos al valor de eficiencia energética (VEEI) y de la potencia instalada por metro cuadrado. Además, las calificaciones parciales obtenidas en materia de consumo de energía primaria y emisiones de CO₂ son ambas correspondientes a la letra A. Sin embargo, los catálogos comerciales consultados ponen de manifiesto que es posible mejorarlo y adaptarlo a las luminarias existentes actualmente, en lugar de las barras fluorescentes tradicionales.

La selección de luminarias que se deben colocar en cada estancia se ha realizado atendiendo a la clasificación existente en la *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. Oficinas*, de la que se han extraído los datos recogidos en la Tabla 4.6. Además, también se acompaña de los valores necesarios para el cálculo de la potencia instalada, extraídos de un catálogo de Philips.

Tabla 4.6. Tipos de luminarias según el área de uso y datos de las luminarias escogidas. Fuente: Elaboración propia.

| TIPO DE LUMINARIA | ÁREAS DE USO | DATOS LUMINARIA ESCOGIDA | |
|--|---|--------------------------|-----------------------|
| | | FLUJO LUMÍNICO [lm] | POTENCIA UNITARIA [W] |
| Luminarias estancas para fluorescentes lineales | Iluminación general de almacenes, cocinas, archivos, etc. | 2300 | 16,4 |
| Luminarias suspendidas o adosadas directas e indirectas | Alumbrado local para oficina | 3500 | 25 |
| Downlights de empotrar o superficie | Áreas de entrada, cafeterías, pasillos, etc. | 1300 | 10 |

Siguiendo el proceso detallado en el *Apartado 3.2.5.2. Iluminación*, se calcula la potencia instalada por unidad de superficie y el índice de eficiencia energética de la nueva instalación de iluminación. En algunos espacios, la potencia instalada era de 10 W/m², próxima por tanto al valor límite establecido de 12 W/m²; mientras que con este nuevo sistema los valores obtenidos no superan los 6 W/m². El VEEI también se ha reducido alrededor de un 40%, lo que conllevará una mejor calificación energética del sistema de iluminación y una reducción en el consumo que supone este sistema.

4.3.3 ACS

El último sistema considerado en este apartado es el encargado de proporcionar agua caliente sanitaria. Al igual que el sistema de iluminación, las calificaciones parciales del sistema de ACS en materia de consumo de energía primaria y emisiones del CO₂ son A, por lo que es un sistema muy eficiente dentro de los que componen el edificio. Sin embargo, en este caso sí se van a analizar diversas propuestas de mejora encaminadas a conseguir un sistema más respetuoso con el medio ambiente y de mayor rendimiento que el instalado actualmente, consistente en una caldera convencional que emplea gas natural como combustible. En este sentido, se proponen dos alternativas de mejora: una caldera de condensación y una caldera de biomasa. Además, es preciso destacar que en la primera opción se instalará un sistema de captadores solares que permitan cumplir con la contribución solar mínima del 60 % establecida en la *Sección HE-4: Contribución solar mínima agua caliente sanitaria del CTE*.

4.3.3.1. Sistema de apoyo de captadores solares

Siguiendo con la idea contenida en el apartado anterior, se instalará un sistema de captadores solares que sirva de apoyo en la generación de agua caliente sanitaria. Debido a posibles fallos del sistema o a situaciones de baja radiación solar, este sistema se combinará con la caldera presente en el edificio, siendo por tanto un sistema híbrido.

El principio de funcionamiento de la energía solar térmica de baja temperatura es sencillo: la radiación solar incide sobre los captadores, y estos aumentan la temperatura del fluido caloportador que circula por el interior del circuito primario que los conecta. La energía se transfiere por medio de un intercambiador de calor al agua del circuito secundario y es almacenada en el acumulador. Finalmente, el agua fría de red se mezcla con el agua contenida en el acumulador hasta su utilización a medida que sea demandada. En la Figura 4.9 pueden observarse los elementos de la instalación descritos. Es un sistema muy empleado en los sectores doméstico y servicios ya que con el recurso solar es posible alcanzar fácilmente la temperatura de consumo, que oscila entre los 40 y los 45 °C.

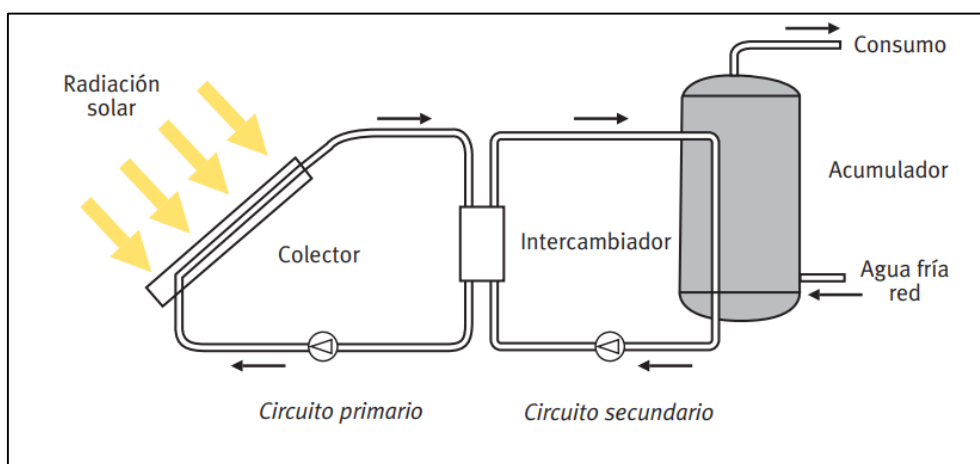


Figura 4.9. Esquema de una instalación de energía solar térmica. Fuente: Google Imágenes.

Con este sistema se consigue disminuir la dependencia del combustible empleado en la caldera, lo que se traduce en ahorro, aprovechando un recurso natural inagotable y tratándose de una tecnología respetuosa con el medio ambiente. Además, el agua calentada mediante este sistema no emite CO₂ y se trata de una opción con mantenimiento mínimo y que mejora notablemente la calificación del edificio en materia de eficiencia energética.

Puesto que este proyecto trata de la rehabilitación de un edificio, la normativa vigente establece una contribución solar mínima para la demanda de ACS del 60 %, al ser la demanda anual del edificio objeto de análisis mayor de 5.000 L/d. El dimensionado de la instalación de captadores solares se ha realizado mediante la herramienta *CHEQ4*, partiendo de los datos de demanda recogidos en el *Apartado 3.4.2. Sistema de ACS*. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos:

- Se trata de una instalación con intercambiador independiente, consistente en un acumulador solar, intercambiador externo y válvula termostática para la producción de ACS en instalaciones de consumo único.
- El número total de captadores que componen la instalación son 9, correspondientes al modelo Vaillant VFK145V, con un área por captador de 2,35 m².
- Se ha supuesto un porcentaje de pérdidas por sombras del 5 % y una inclinación de los captadores de 35 °, con orientación sur.

Una vez diseñado el sistema de captadores solares que se instalará en el edificio, es posible indicar en *HULC* los valores mensuales de la producción de energía térmica. Estos valores son proporcionados por *CHEQ4* y se encuentran recogidos en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Contribución solar mensual del sistema de captadores solares. Fuente: Elaboración propia.

| MES | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| Aportación solar (kWh) | 800 | 850 | 1.200 | 1.150 | 1.150 | 1.150 | 1.200 | 1.200 | 1.150 | 1.000 | 800 | 700 |

Es preciso destacar que este sistema de captadores solares solo se instalará en los sistemas que tengan una caldera de condensación, puesto que en aquellos que lleven incorporada una caldera de biomasa, es posible cumplir el porcentaje de cobertura renovable de ACS holgadamente (en torno a un 90 %) sin necesidad de disponer de captadores solares.

4.3.3.2. Caldera de condensación

Las calderas de condensación son las más eficientes actualmente por lo que se considera una muy buena opción a tener en cuenta en la rehabilitación del edificio. El alto rendimiento que presentan es debido a su principio de funcionamiento, el cual lo distingue del resto de calderas existentes en el mercado y que puede llegar al 100 %. Esta operación se basa en aprovechar la energía presente en el vapor de agua contenido en los gases de combustión para precalentar el agua de entrada a la caldera. En la combustión se produce vapor de agua, que condensa al tocar la superficie fría del intercambiador. Al pasar del estado gaseoso al líquido se genera calor, conocido como calor latente, que es aportado al circuito para calentar el agua de retorno. De esta forma el agua llega precalentada a la entrada de la caldera y por tanto necesita menor energía para ser calentada. Además, en este tipo de calderas se usa el calor residual de los gases de combustión para precalentar el aire necesario en el quemador. Al igual que con el agua, el aire ya llega caliente al quemador y con ello se consigue un ahorro adicional de energía. Este proceso queda reflejado de forma esquemática en la Figura 4.10.

Las ventajas que conlleva instalar una caldera de condensación son principalmente la reducción de las emisiones de gases contaminantes, ya que se aprovecha una parte del calor de los humos generados en el proceso de combustión, y, por tanto, estos son evacuados al exterior a menor temperatura. A causa de este aspecto, se consigue un sistema de alta eficiencia energética y que permite un considerable ahorro en el consumo de gas, lo que supone un gran incentivo económico para la consideración de su instalación.

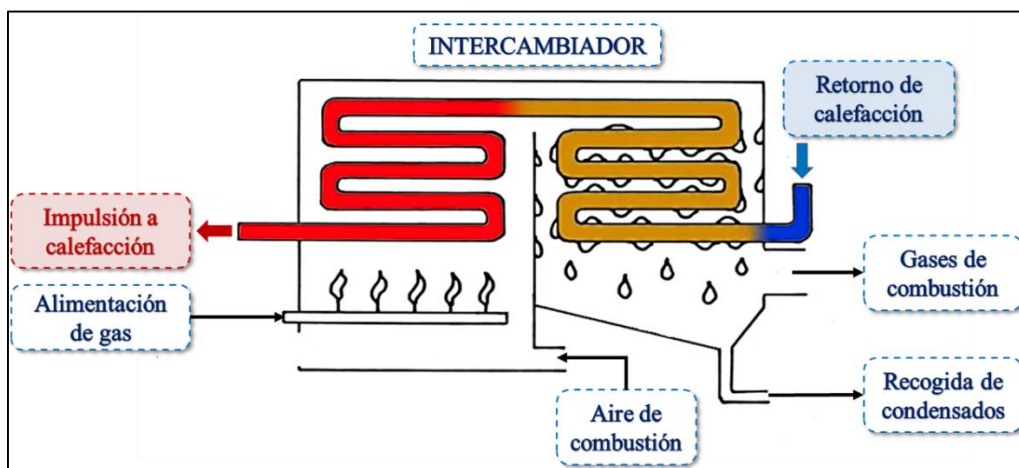


Figura 4.10. Esquema de funcionamiento de una caldera de condensación. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Imágenes.

Esta propuesta de mejora se implantará en *HULC* mediante una caldera de condensación por defecto, con capacidad total de 120 kW (siendo la más cercana a la de diseño proporcionada por el fabricante) y un rendimiento nominal basado en el Poder Calorífico Inferior del 95 %. En cuanto al combustible utilizado, será gas natural.

4.3.3.3. *Caldera de biomasa*

La segunda opción contemplada es la sustitución de la caldera convencional por una de biomasa. Este tipo de calderas funcionan de forma similar a cualquier otra caldera: el combustible es quemado en el quemador y se genera una llama que transfiere el calor de los gases de combustión al circuito de agua presente en el intercambiador de la caldera, en el que la toma de agua fría se calienta hasta llegar al punto de consumo. La salvedad de las calderas de biomasa es el tipo de combustible que utilizan, ya que, a diferencia del gas natural habitual, emplea un combustible natural como los pellets de madera, residuos forestales en forma de astillas o leña o huesos de aceituna. Este biocombustible se almacena en un contenedor próximo a la caldera desde el que es transportado a la cámara de combustión mediante un tornillo sin fin. Por tanto, la utilización de un combustible natural supone un sistema más respetuoso con el medio ambiente y con el que se conseguirá reducir al máximo las emisiones de CO₂ producidas por el sistema de ACS.

La instalación de una caldera de biomasa tiene numerosas ventajas. Además del ya citado carácter respetuoso con el medio ambiente al utilizar una energía limpia e inagotable y contribuir a disminuir el riesgo de incendios con la limpieza de residuos de los montes, es un combustible con un precio estable (frente al valor fluctuante de los hidrocarburos), supone la utilización de una tecnología avanzada y segura con la que se pueden conseguir altos rendimientos. Sin embargo, también presenta una serie de inconvenientes: los rendimientos no son tan altos como los alcanzados con los combustibles fósiles, se necesita mayor espacio de almacenamiento al disponer de un combustible con menor poder calorífico y supone mayor coste de instalación, a pesar de que el combustible en sí sea más económico.

Para su implementación en *HULC*, se supondrá una caldera de biomasa de 99 kW, con un rendimiento nominal del 75 % (valor indicado por defecto en el programa para este tipo de calderas) y que usa como combustible biomasa densificada en formato pellets. Al igual que con el resto de equipos, la potencia indicada en *HULC* se corresponde con la proporcionada por el fabricante, siendo la más próxima a la de diseño. Como se ha mencionado anteriormente, el rendimiento de este tipo de calderas es notablemente inferior a los demás modelos considerados, por lo que en el siguiente capítulo se comprobará si su instalación satisface la reducción de emisiones y consigue mejorar la calificación energética del edificio de oficinas.

5 ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA

En el presente capítulo se realiza el modelado en *HULC* de las propuestas de mejora sobre la envolvente y las instalaciones expuestas en el capítulo anterior. Para ello, en primer lugar, se comienza con la simulación de las combinaciones obtenidas al unir los cambios sobre los elementos de la envolvente, resultando de esta simulación un caso óptimo desde las perspectivas económica y del cumplimiento de la normativa. Posteriormente, se estudian las alternativas relativas a las instalaciones de climatización, iluminación y ACS, escogiendo la ideal con criterios similares a los empleados en la parte de la envolvente. Finalmente, se aglutinan los resultados óptimos de envolvente e instalaciones, dando como resultado la certificación energética del edificio y el presupuesto final para llevar a cabo el conjunto de mejoras proyectadas.

5.1 MEJORAS EN LA ENVOLVENTE

5.1.1 CUMPLIMIENTO HE-1

El objetivo de este apartado es hallar la combinación óptima de mejoras sobre la envolvente que cumpla los parámetros establecidos en la *Sección HE-1* del *CTE*. Las medidas de mejora propuestas en el *Apartado 4.2. Mejoras en la envolvente térmica* (las cuales se encuentran recogidas en la Tabla 5.1) pueden combinarse de distintas formas, habiéndose obtenido en este caso 24 combinaciones posibles. Es preciso notar que de la Tabla 5.1 se excluye el elemento suelo ya que sobre este solo se ha propuesto una alternativa de mejora, la cual será aplicada a todas las combinaciones.

Tabla 5.1. Resumen de medidas de mejora sobre la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

| CERRAMIENTOS | |
|--------------|---|
| 1 | Inyección en cámara de aire sin ventilar vertical de 2 cm de nódulos de lana mineral |
| 2 | Trasdosado interior consistente en 11 cm de lana mineral y placa de yeso laminado de 2 mm |
| 3 | Sistema SATE con 11 cm de paneles rígidos de poliestireno expandido |
| CUBIERTA | |
| 1 | Aislamiento térmico por el exterior con 10 cm de poliestireno extruido con hidrofluorcarbonos |
| 2 | Aislamiento térmico por el interior con 10 cm de lana mineral |

| HUECOS | |
|----------------------|---|
| 1 | Aluminio con rotura de puente térmico y vidrio doble bajo emisivo formado por vidrio exterior de 4 mm, cámara de aire de 12 mm y vidrio interior de 6 mm |
| 2 | Carpintería de PVC y vidrio doble bajo emisivo formado por vidrio exterior de 4 mm, cámara de aire de 12 mm y vidrio interior de 6 mm |
| PROTECCIONES SOLARES | |
| 1 | Toldos con $g_{gl,sh,wi}=0,17$ |
| 2 | Persianas de lamas de PVC y $g_{gl,sh,wi}=0,03$ |

Para notar las combinaciones propuestas se ha seguido la siguiente notación: (cerramientos, cubierta, huecos, protecciones solares). Por lo tanto, cada elemento tendrá 1, 2 o 3 alternativas que se corresponderán con las descritas en la Tabla 5.1. En la Tabla 5.2 se encuentran los valores obtenidos de transmitancia térmica, control solar, demandas anuales de calefacción y refrigeración para cada uno de los casos simulados en *HULC*.

Tabla 5.2. Resultados HE-1 de mejoras aplicadas a la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

| COMBINACIÓN | K [W/m ² ·K] | q _{sol} | DEMANDA CALEFACCIÓN [kW·h/m ² ·año] | DEMANDA REFRIGERACIÓN [kW·h/m ² ·año] |
|-------------|-------------------------|------------------|--|--|
| (1,1,1,1) | 0,69 | 1,54 | 52,62 | 41,58 |
| (1,1,2,1) | 0,70 | 1,11 | 56,83 | 36,45 |
| (1,1,1,2) | 0,69 | 0,27 | 52,65 | 41,57 |
| (1,1,2,2) | 0,70 | 0,20 | 56,86 | 36,44 |
| (1,2,1,1) | 0,69 | 1,54 | 53,29 | 42,08 |
| (1,2,2,1) | 0,70 | 1,11 | 57,50 | 36,92 |
| (1,2,1,2) | 0,69 | 0,27 | 53,32 | 42,07 |
| (1,2,2,2) | 0,70 | 0,20 | 57,53 | 36,91 |
| (2,1,1,1) | 0,49 | 1,54 | 41,40 | 45,36 |
| (2,1,2,1) | 0,50 | 1,11 | 45,51 | 39,39 |
| (2,1,1,2) | 0,49 | 0,27 | 41,42 | 45,35 |
| (2,1,2,2) | 0,50 | 0,20 | 45,54 | 39,38 |
| (2,2,1,1) | 0,49 | 1,54 | 42,05 | 45,92 |
| (2,2,2,1) | 0,50 | 1,11 | 46,18 | 39,91 |
| (2,2,1,2) | 0,49 | 0,27 | 42,08 | 45,90 |
| (2,2,2,2) | 0,50 | 0,20 | 46,21 | 39,89 |
| (3,1,1,1) | 0,49 | 1,54 | 41,26 | 45,61 |
| (3,1,2,1) | 0,49 | 1,11 | 45,35 | 39,62 |
| (3,1,1,2) | 0,49 | 0,27 | 41,29 | 45,60 |
| (3,1,2,2) | 0,49 | 0,20 | 45,38 | 39,61 |
| (3,2,1,1) | 0,49 | 1,54 | 41,92 | 46,18 |

| COMBINACIÓN | K [W/m ² ·K] | q _{sol} | DEMANDA CALEFACCIÓN [kW·h/m ² ·año] | DEMANDA REFRIGERACIÓN [kW·h/m ² ·año] |
|-------------|-------------------------|------------------|--|--|
| (3,2,2,1) | 0,49 | 1,11 | 46,02 | 40,13 |
| (3,2,1,2) | 0,49 | 0,27 | 41,94 | 46,16 |
| (3,2,2,2) | 0,49 | 0,20 | 46,05 | 40,12 |

Los resultados obtenidos evidencian que las combinaciones cuya mejora aplicada sobre los cerramientos exteriores es la inyección de aislante en la cámara de aire existente no es suficiente para cumplir el parámetro K, por lo que estas ocho combinaciones no se tendrán en cuenta en lo que sigue. Este resultado era previsible, puesto que se determinó que el espesor de aislamiento a inyectar en la cámara de aire para cumplir con el CTE era de 12 cm, siendo el espesor real de la cámara de 2 cm. Por otra parte, las combinaciones que incluyen el trasdosado interior o el sistema SATE proporcionan resultados muy similares en el valor de la transmitancia térmica, situándose ambas por debajo del límite establecido de 0,65. Respecto a la mejora de la cubierta actuando sobre el interior o por el exterior, no se observan cambios en el parámetro K, siendo ambas opciones similares. En cuanto al control solar, todas las combinaciones propuestas cumplen este parámetro, siendo más favorables aquellas que incluyen la segunda alternativa de dispositivos de control solar, basada en la instalación de persianas. Además, las combinaciones que incluyen la instalación de ventanas de PVC proporcionan un mayor cumplimiento del q_{sol} frente a las ventanas de aluminio con rotura de puente térmico. Por último, los valores de las nuevas demandas suponen una reducción media de la demanda de calefacción del 50 % respecto a la inicial; mientras que la demanda de refrigeración ha aumentado en todos los casos, siendo este aumento de un 19 % de media.

La elección de la combinación óptima basándose solo en el criterio del cumplimiento de los parámetros de la Sección HE-1 del CTE no es suficiente, puesto que como ya se ha comentado, los resultados son muy similares. Por ello, en el siguiente apartado se incluirá un nuevo criterio, el coste del ciclo de vida, escogiendo así la combinación de mejoras que cumpla los parámetros K y q_{sol} y que además sea favorable económicamente.

5.1.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para valorar económicamente las combinaciones de mejoras, se calculará el coste del ciclo de vida (CCV) de cada una de ellas. El CCV de un edificio es el análisis de todos los costes asignables a un edificio durante toda su vida útil, desde que se construye hasta que se demuele.

$$CCV = CI + COP \cdot \sum_{k=1}^N \frac{(1 + inf)^k}{(1 + i)^k} \quad (5.1)$$

Según la ecuación anterior, el coste del ciclo de vida comprende dos términos: el coste inicial y el coste de operación. Los costes iniciales o de la edificación están asociados a los costes de adquisición de las mejoras sobre la envolvente y de los sistemas de acondicionamiento; mientras que el coste de operación es el que engloba el coste de los consumos energéticos de los sistemas de acondicionamiento del edificio. A diferencia de los costes iniciales que ocurren en el momento t=0, los costes de operación se distribuyen a lo largo de la vida del edificio, por lo que, para poder sumar ambos términos, se hace uso del concepto del valor presente de una cantidad del futuro y se trae al momento t=0. Para el caso objeto de análisis, se supondrá una vida útil de 30 años (N), una tasa de descuento del 7 % (i) y una inflación de los productos energéticos del 2 % (inf).

Para obtener los costes de inversión asociados a las distintas mejoras propuestas sobre la envolvente, se ha empleado el *Generador de precios de la construcción* de CYPE Ingenieros. De

esta base de datos se ha extraído el coste unitario asociado a la rehabilitación de los cerramientos, cubierta, huecos y suelo, así como de las actuaciones previas a realizar para la colocación de los nuevos elementos, como son la retirada del pavimento de la cubierta o el desmontaje de las ventanas, entre otros (ver *Anexo IV*). Las mediciones de superficies y elementos sobre los que actuar se han calculado a partir de *HULC*. Otros costes que se han tenido en cuenta y que se han obtenido de la información proporcionada por el *Grupo de Termotecnia* son:

- Tratamiento de puentes térmicos: 6 €/m lineal.
- Protecciones solares mediante toldos: 90 €/m² de ventana.

Los costes de operación se calculan partiendo de los consumos de los equipos. Debido a que se va a realizar una primera simulación de las combinaciones aplicadas a la envolvente para elegir la óptima y, posteriormente, añadirle la simulación de las instalaciones, no se dispondrá de los consumos para cada combinación. Por ello, es necesario calcular el rendimiento de los sistemas de acondicionamiento, el cual se mantendrá constante, y obtener a partir de cada demanda el consumo asociado. Los rendimientos de los sistemas de calefacción y refrigeración se han calculado para el caso inicial, dividiendo la demanda entre el consumo de energía final (Figura 3.16), según las siguientes ecuaciones:

$$\eta_{cal} = \frac{D_{cal}}{C_{cal}} = \frac{87,79 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot año}}{130,42 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot año}} = 0,6731 \quad (5.2)$$

$$\eta_{ref} = \frac{D_{ref}}{C_{ref}} = \frac{35,72 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot año}}{22,41 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot año}} = 1,594 \quad (5.3)$$

Aplicando este rendimiento a cada combinación, es posible obtener el consumo asociado a los sistemas de calefacción y refrigeración partiendo de los datos de las demandas recogidas en la Tabla 5.2. Además, en el edificio están presentes los sistemas de ACS e iluminación, cuyos consumos de energía final se supondrán constantes e iguales a los de la situación inicial como simplificación, al no tener valores muy relevantes con respecto a los otros dos sistemas considerados. De esta forma, el consumo de energía final total en cada combinación de mejoras se obtiene aplicando la expresión que sigue:

$$C_{tot,i} = C_{cal,i} + C_{ref,i} + C_{ACS} + C_{ilu} = \frac{D_{cal,i}}{\eta_{cal}} + \frac{D_{ref,i}}{\eta_{ref}} + C_{ACS} + C_{ilu} \quad (5.4)$$

Por último, los costes de operación anuales de cada combinación se obtienen como el producto del consumo de energía final total, el área total del edificio y el precio de la electricidad, habiéndose supuesto para este un valor de 0,209 €/kWh. En la Tabla 5.3 se han recogido los valores obtenidos de consumos de calefacción y refrigeración (C_{cal} y C_{ref} , expresados en kW·h/m²·año), los costes de operación e iniciales, así como los parámetros K y q_{sol} con el objetivo de poder comparar entre las distintas alternativas.

Tabla 5.3. Coste del ciclo de vida de mejoras aplicadas a la envolvente. Fuente: Elaboración propia.

| CASO | K | q_{sol} | C_{cal} | C_{ref} | COp [€/año] | CI [€] | CCV [€] |
|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|--------------|
| (2,1,1,1) | 0,49 | 1,54 | 61,50 | 28,46 | 98.230,76 | 563.124,21 | 2.090.195,19 |
| (2,1,2,1) | 0,50 | 1,11 | 67,61 | 24,71 | 100.416,81 | 496.422,66 | 2.057.477,52 |
| (2,1,1,2) | 0,49 | 0,27 | 61,53 | 28,45 | 98.252,47 | 554.574,01 | 2.081.982,45 |

| CASO | K | q _{sol} | C _{cal} | C _{ref} | CO _p [€/año] | CI [€] | CCV [€] |
|-----------|------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------|--------------|
| (2,1,2,2) | 0,50 | 0,20 | 67,65 | 24,71 | 100.452,28 | 479.472,39 | 2.041.078,61 |
| (2,2,1,1) | 0,49 | 1,54 | 62,47 | 28,81 | 99.450,49 | 543.376,06 | 2.089.408,71 |
| (2,2,2,1) | 0,50 | 1,11 | 68,60 | 25,04 | 101.640,82 | 476.674,51 | 2.056.757,51 |
| (2,2,1,2) | 0,49 | 0,27 | 62,51 | 28,80 | 99.480,15 | 534.825,86 | 2.081.319,54 |
| (2,2,2,2) | 0,50 | 0,20 | 68,65 | 25,03 | 101.670,48 | 459.724,24 | 2.040.268,27 |
| (3,1,1,1) | 0,49 | 1,54 | 61,30 | 28,61 | 98.183,40 | 682.326,43 | 2.208.661,13 |
| (3,1,2,1) | 0,49 | 1,11 | 67,37 | 24,86 | 100.330,31 | 615.624,88 | 2.175.335,01 |
| (3,1,1,2) | 0,49 | 0,27 | 61,34 | 28,61 | 98.218,86 | 673.776,23 | 2.200.662,28 |
| (3,1,2,2) | 0,49 | 0,20 | 67,42 | 24,85 | 100.365,78 | 598.674,61 | 2.158.936,10 |
| (3,2,1,1) | 0,49 | 1,54 | 62,28 | 28,97 | 99.422,70 | 662.578,28 | 2.208.178,87 |
| (3,2,2,1) | 0,49 | 1,11 | 68,37 | 25,18 | 101.548,51 | 595.876,73 | 2.174.524,67 |
| (3,2,1,2) | 0,49 | 0,27 | 62,31 | 28,96 | 99.438,60 | 654.028,08 | 2.199.875,80 |
| (3,2,2,2) | 0,49 | 0,20 | 68,41 | 25,17 | 101.583,98 | 578.926,46 | 2.158.125,76 |

A la vista de los resultados de la Tabla 5.3, en la que todas las combinaciones cumplen los parámetros K y q_{sol}, y los costes de operación de los sistemas presentes en el edificio son muy similares, la elección de la combinación óptima depende principalmente de los costes iniciales. De esta forma, la combinación notada como (2,2,2,2) es la que posee mejores resultados. En síntesis, como producto de la simulación realizada, se ha obtenido que la combinación óptima de medidas sobre la envolvente que cumple los parámetros del CTE y presenta un menor coste del ciclo de vida es la formada por:

- Trasdosado interior sobre los cerramientos exteriores constituido por 11 cm de aislamiento de lana mineral y placas de yeso laminado de 2 mm.
- Aislamiento térmico de la cubierta por el interior con 10 cm de lana mineral mediante sistema autoportante.
- Carpintería de PVC y vidrios dobles bajo emisivos 4-12-6.
- Protecciones solares consistentes en persianas de lamas de PVC en color blanco con $g_{gl};sh;wi=0,03$.
- Aislamiento térmico del suelo en contacto con el terreno con 5 cm de poliestireno expandido, capa de impermeabilización y barrera de vapor.

Esta combinación será sobre la que se proyecten, en los siguientes apartados, las medidas de mejora aplicadas en los sistemas.

5.2 MEJORAS EN LOS SISTEMAS

5.2.1 CUMPLIMIENTO HE-0

Este apartado tiene como objetivo determinar la instalación de climatización y producción de agua caliente sanitaria que, unida a la envolvente óptima calculada en el apartado anterior, satisfaga los requisitos establecidos en la Sección HE-0 del CTE a un menor coste.

En primer lugar, partiendo de los nuevos valores de iluminación y con la solución constructiva óptima hallada en el apartado anterior, se han calculado las nuevas cargas térmicas, empleando para ello el programa *Tekton3D*. Los valores obtenidos reflejan que las mejoras aplicadas son efectivas, habiéndose reducido las cargas térmicas de refrigeración y calefacción en un 11,7 % y un 20,1 % de media respectivamente. No obstante, en los espacios P02_E01 y P02_E02 correspondientes a la cocina y cafetería de la planta baja, tanto la carga de refrigeración como la de calefacción han aumentado significativamente. Una vez calculadas las nuevas cargas, se procede a dimensionar los equipos pertenecientes a cada uno de los sistemas, pudiendo ser estos: unidades interiores y exteriores de un sistema multisplit, unidades interiores y exteriores del sistema VRV, calderas, autónomos solo frío y radiadores. Es preciso mencionar que, en algunos espacios, ha sido necesario escoger un equipo que proporcione mayor potencia de la necesaria según los datos arrojados por el cálculo de cargas térmicas, para poder así cumplir con el parámetro del número de horas fuera de consigna.

Las propuestas de mejora aplicadas a los sistemas recogidas en el *Apartado 4.3. Mejoras en las instalaciones*, pueden combinarse de diferentes formas. A diferencia de las propuestas sobre la envolvente, que daban lugar a un gran número de combinaciones, en este caso solo se simulará cada sistema suponiendo la colocación de una caldera de condensación o de biomasa (representadas en la Tabla 5.4 como C y B respectivamente). Las nuevas luminarias se aplicarán a todas las mejoras, mientras que la instalación de captadores solares para cumplir con la demanda renovable de ACS se aplicará solo en los casos que incluyan una caldera de condensación.

Los resultados obtenidos en materia de consumo de energía primaria no renovable, consumo de energía primaria total y horas fuera de consigna para los tres sistemas considerados se muestran en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Resultados HE-0 con la mejora de los sistemas. Fuente: Elaboración propia.

| SISTEMA | Multizona con autónomos frío y calor | | VRV con recuperación de calor | | Mixto calefacción+ACS y refrigeración con autónomos solo frío | |
|---|--------------------------------------|-------|-------------------------------|-------|---|-------|
| | C | B | C | B | C | B |
| CALDERA | | | | | | |
| Consumo EP no renovable [kW·h/m²·año] | 89,80 | 88,70 | 52,50 | 51,50 | 66,40 | 15,70 |
| Consumo EP total [kW·h/m²·año] | 183,7 | 185,3 | 148,9 | 150,5 | 82,20 | 113,3 |
| Horas fuera de consigna | 57 | 57 | 90 | 90 | 103 | 103 |

Como se puede comprobar en la Tabla 5.4, la sustitución del sistema actual de climatización por otro sistema multisplit con autónomos que proporcionen frío y calor, no cumple los requisitos establecidos en la *Sección HE-0* del *CTE*. Cabe mencionar que se ha intentado jugar con el margen del número de horas fuera de consigna hasta llegar al límite para cumplir los parámetros de consumo de energía primaria no renovable y consumo de energía primaria total, pero no ha sido posible, por lo que la instalación de este sistema queda descartada.

Por otra parte, el sistema mixto de calefacción y ACS (con caldera de biomasa) y autónomos solo frío para la refrigeración sí cumple los valores límite, suponiendo además una disminución drástica del consumo de energía no renovable. Esto se explica partiendo de las demandas y consumos asociados a las instalaciones presentes en el edificio (ver Figura 3.16), en el que el sistema de calefacción es el mayoritario. Al funcionar este sistema con una fuente de energía renovable como la biomasa, el consumo del sistema disminuye notablemente. Sin embargo, y

pese a los buenos resultados obtenidos con esta propuesta de sistema, no se considera una solución apropiada para un edificio de oficinas como el analizado en este proyecto, por lo que también se descarta su instalación. La instalación de un sistema mixto de estas características sería una buena opción para una vivienda unifamiliar o un edificio de menor dimensión, obteniendo resultados muy favorables en los valores asociados a consumo de energía.

Por último, el sistema VRV con recuperación de calor es una de las soluciones más empleadas en grandes edificios terciarios, y el que se escoge finalmente en este proyecto. La simulación realizada inicialmente no cumplía con el parámetro del consumo de EP no renovable, por lo que se ha decidido instalar módulos fotovoltaicos para aportar una parte de la energía desde una fuente renovable y así conseguir disminuir el valor de este consumo. Los datos de la instalación fotovoltaica son los enumerados a continuación:

- Tipo de sistema: conectado a red.
- Tipo de módulos fotovoltaicos: células de silicio cristalino.
- Potencia pico instalada: 18,76 kWp.
- Pérdidas del sistema: 14 %.
- Ángulo de inclinación: 35°.
- Ángulo de azimut: 0 °, sur.
- Número de módulos: 56
- Potencia pico de cada módulo: 335 Wp.
- Producción anual fotovoltaica: 30.608,69 kWh.
- Producción eléctrica media mensual del sistema FV fijo:

Tabla 5.5. Valores mensuales de la producción de energía eléctrica partir de una fuente de energía renovable. Fuente: Photovoltaic Geographical Information System, European Comission.

| MES | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio |
|-------------------------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------|
| Energía FV (kWh) | 1.907,4 | 2.089,4 | 2.629,2 | 2.702,5 | 2.882,6 | 2.934,5 |
| MES | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Energía FV (kWh) | 3.186,6 | 3.164,8 | 2.767,8 | 2.460,4 | 1.994,0 | 1.889,5 |

Estos módulos fotovoltaicos se instalarán en la cubierta del edificio junto con los captadores solares para la producción de ACS y los equipos exteriores del sistema de climatización. La instalación inicial del edificio correspondiente encargada de proporcionar 40 kWp se ha supuesto instalada en las plazas de aparcamiento de la parcela en la que está enclavado el edificio.

5.2.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al igual que se realizó con las propuestas de mejora de la envolvente para elegir la más favorable económicamente, las relativas a las instalaciones se analizarán también desde el punto de vista aportado por el coste del ciclo de vida. En este caso, la expresión empleada es la siguiente:

$$CCV = CI + M + COP \cdot \sum_{k=1}^N \frac{(1 + inf)^k}{(1 + i)^k} + \sum_{j=1}^{neq} \frac{(1 + inf)^{N_j} \cdot CEQ_j}{(1 + i)^{N_j}} \quad (5.5)$$

En primer lugar, el coste inicial (CI) será la suma del coste asociado a la retirada de los equipos antiguos (caldera, unidades interiores y exteriores de climatización y luminarias) y el de los nuevos equipos a instalar. Estos costes se han obtenido mayoritariamente de la base de precios de *CYPE Ingenieros*, a excepción de los referidos a las luminarias. En este caso, se ha obtenido el coste de los materiales de un catálogo comercial, y posteriormente se le han añadido los costes de mano de obra y los costes directos complementarios tomando para ello como referencia los valores para partidas similares de la base de precios de *CYPE Ingenieros*. Además, al ser un edificio con dos plantas intermedias definidas en *HULC* como adiabáticas, en las mediciones se ha supuesto que los equipos de las plantas 2ª y 3ª son iguales que los definidos para la 1ª.

En segundo lugar, aparece el coste de mantenimiento (M), el cual se ha calculado como un porcentaje de la inversión inicial que supone el equipo. Los datos de vida útil y coste de mantenimiento de captadores solares, unidades de climatización y caldera de condensación se han obtenido de la *Norma UNE-EN 15459:2018*, mientras que los referentes a caldera de biomasa, luminarias y módulos fotovoltaicos se han calculado partiendo del coste de mantenimiento decenal indicado en la base de datos de *CYPE Ingenieros* para estas partidas. Los datos anteriores quedan recogidos en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6. Vida útil y coste anual de mantenimiento de los equipos. Fuente: Elaboración propia.

| | Vida útil [años] | Coste de mantenimiento anual [% inversión inicial] |
|----------------------------------|------------------|--|
| Captador solar | 20 | 0,5 |
| Unidades de climatización | 15 | 4 |
| Caldera de condensación | 20 | 1,5 |
| Caldera de biomasa | 20 | 5 |
| Luminarias | 10 | 5,5 |
| Módulos fotovoltaicos | 20 | 1,5 |

El coste de operación (CO_p) se obtiene de forma similar a como se obtuvo para evaluación realizada de los elementos de la envolvente. En este caso, al haber realizado la simulación completa con los sistemas, se tienen los datos de consumos de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación, por lo que no es necesario calcular ningún rendimiento a partir de las demandas como se hizo en la otra ocasión. Es preciso notar que el consumo utilizado es el que aparece en *HULC* como consumo de energía primaria no renovable, ya que es el que será consumidor de electricidad u otras fuentes de energía. Este consumo ha disminuido notablemente respecto al caso inicial, al haber incorporado un sistema de módulos fotovoltaicos que satisface gran parte del mismo haciendo uso de una fuente de energía renovable. En resumen, el coste de operación se calcula como producto del consumo, el área acondicionada y el precio de la fuente de energía, siendo estos los contenidos en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7. Coste de los energéticos. Fuente: Grupo de Termotecnia.

| Fuente energética | Coste [€/kWh _e] |
|---------------------|-----------------------------|
| Gas natural | 0,068 |
| Electricidad | 0,209 |
| Biomasa | 0,046 |

Por último, el término final tiene en cuenta el coste de reposición de los equipos a lo largo de su vida útil, ya que esta es menor a la de los elementos de la envolvente, supuesta en 30 años (ver Tabla 5.6). En la Ecuación (5.5), CEQ_j es el coste inicial del elemento j cuya duración es de N_j años. Finalmente, las actualizaciones de los costes de operación y mantenimiento al momento

presente se han realizado con los mismos datos que en el *Apartado 5.1.2*, siendo estos una inflación del 2 % y una tasa de descuento del 7 %.

Como resultado del proceso anterior, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5.8. Coste del ciclo de vida de mejoras aplicadas a las instalaciones. Fuente: Elaboración propia.

| CASO | CI [€] | M [€] | CO _p [€/año] | CR _{ep} [€] | CCV [€] |
|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|----------------------|--------------|
| VRV Condensación | 460.980,74 | 17.920,57 | 741.947,09 | 230.573,53 | 1.451.422,04 |
| VRV Biomasa | 471.452,70 | 19.515,06 | 736.011,54 | 234.564,84 | 1.461.574,14 |

Según los costes mostrados en la Tabla 5.8 se puede observar que las dos alternativas son muy similares. La que incluye una caldera de biomasa supone mayores costes iniciales, de mantenimiento y de reposición que aquella que tenga una caldera de características similares, pero de condensación y que emplee gas natural. Sin embargo, en la caldera de biomasa los costes de operación son menores, pudiéndose explicar esto en base a lo comentado líneas arriba, donde se expuso que el consumo de energía primaria no renovable del sistema de ACS con una caldera de biomasa es menor, aunque al tratarse de un sistema consumidor de poca energía, esto no supone un gran cambio respecto al total de instalaciones.

Para comparar más en detalle las dos combinaciones se han obtenido las calificaciones parciales del sistema de ACS de ambas (así como el valor numérico en concepto de emisiones globales y consumo de EPNR), ya que es el sistema que se ve afectado al incluir una caldera de uno u otro tipo.

Tabla 5.9. Calificaciones parciales sistema ACS con caldera de condensación y de biomasa. Fuente: Elaboración propia.

| CASO | Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] | Consumo global de EPNR [kW·h/m ² ·año] |
|-------------------------|---|---|
| VRV Condensación | C (0,32) | B (1,51) |
| VRV Biomasa | A (0,10) | A (0,45) |

Las indicaciones parciales del sistema de ACS que se obtienen al incorporar una caldera de biomasa son más favorables que las obtenidas si se instalara una caldera de condensación. Sin embargo, este sistema sólo representa un 3,57 % de las emisiones de CO₂ y un 2,87 % del consumo de EPNR frente al total de las instalaciones en el supuesto de una caldera de condensación y un 1,14 % y 0,87 % respectivamente para los mismos indicadores en el caso de la caldera de biomasa. Por tanto, no se considera justificado escoger el caso “VRV Biomasa” puesto que su coste del ciclo de vida es mayor y, además, los indicadores globales no se ven afectados con uno u otro tipo de caldera, siendo ambos A. De esta forma, el sistema finalmente elegido para las instalaciones consiste en:

- Sistema VRV con recuperación de calor a 3 tubos para los sistemas de calefacción y refrigeración.
- Caldera de condensación con gas natural como combustible para el sistema de ACS.
- Luminarias más eficientes, con VEEI medio de 1.
- Sistema de captadores solares para cumplir la contribución solar mínima del 60 % establecida en la *Sección HE-4*.
- Instalación de módulos fotovoltaicos para reducir el consumo de EPNR.

5.3 RESULTADOS CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL CASO ÓPTIMO

En este apartado se compararán las calificaciones energéticas y el cumplimiento de las Secciones HE-1 y HE-0 del CTE obtenidas al simular el edificio en su situación original y tras la aplicación de las mejoras óptimas.

En primer lugar, en la Figura 5.1 se muestran los resultados expedidos por HULC en cuanto a la sección HE-1. Las mejoras aplicadas a cerramientos exteriores, cubierta, ventanas, protecciones solares y suelo han conseguido cumplir con los valores límite asignados K y q_{sol} , ya que en la situación inicial del edificio las soluciones constructivas empleadas no permitían cumplir con estos requisitos. Así, se ha pasado de una transmitancia térmica global de 1,51 a 0,50 $W/m^2 \cdot K$, mientras que el control solar ha disminuido drásticamente de 6,84 a 0,20 $kW \cdot h/m^2 \cdot mes$.

| | | Valores límite | |
|---|------|----------------|-----------|
| Transmitancia térmica global, K [$W/m^2 \cdot K$] | 0,50 | 0,65 | CUMPLE |
| Control solar, q_{sol} [$kWh/m^2 \cdot mes$] | 0,20 | 4,00 | CUMPLE |
| Relación de cambio de aire a 50 Pa, n_{50} [1/h] | 3,11 | - | NO APLICA |

Figura 5.1. Comprobación sección HE-1 de la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Por otra parte, los resultados de la Sección HE-0 para las nuevas instalaciones del edificio son las de la Figura 5.2. Las mejoras proyectadas en los sistemas consistentes en sustituir los equipos antiguos por otros más eficientes han permitido disminuir los consumos de energía primaria no renovable y total, siendo la reducción en este último caso del 55,53 %.

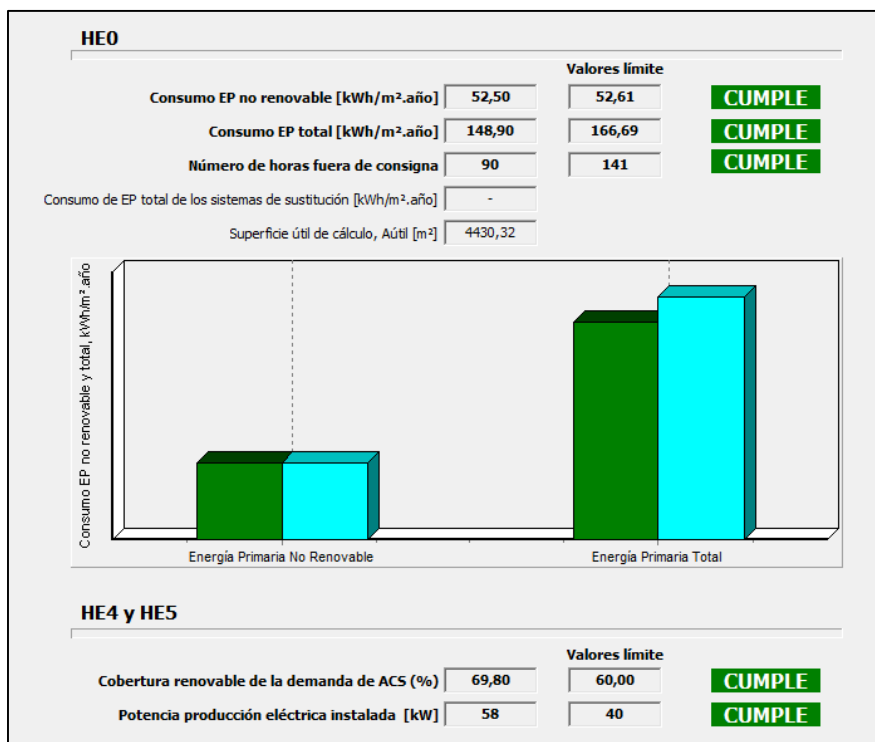


Figura 5.2. Comprobación sección HE-0 de la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Por último, en las Figura 5.3, Figura 5.4 y Figura 5.5 se muestran las etiquetas energéticas obtenidas para la situación mejorada. El informe completo expedido por HULC puede consultarse en el Anexo III. Los resultados obtenidos evidencian que las mejoras aplicadas a las instalaciones han contribuido a mejorar los indicadores del edificio en materia de eficiencia energética.

En primer lugar, el consumo de EPNR ha disminuido drásticamente desde 241,23 kW·h/m²·año que se tenían en la situación inicial a 52,55 kW·h/m²·año tras la aplicación de las mejoras, lo que supone pasar de una valoración en la etiqueta de la letra D a la A. Además, los indicadores parciales también han mejorado en todos los sistemas, siendo la mejora más notable la presentada por el sistema de calefacción, en el que se partía de un indicador correspondiente a la letra F. El sistema de iluminación se ha mantenido en la letra A, aunque el valor numérico muestra que, también experimentado una mejora, puesto que antes este sistema consumía 19,94 kW·h/m²·año de energía primaria no renovable.

| INDICADOR GLOBAL | | INDICADORES PARCIALES | | | |
|---|---------|--|---|--|---|
| | 52,55 A | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | | Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m ² año) | A | Energía primaria no renovable ACS (kWh/m ² año) | B |
| | | 37,17 | | 1,51 | |
| | | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m ² año) | A | Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m ² año) | A | | |
| 6,28 | | 7,59 | | | |
| Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m ² año) ¹ | | | | | |

Figura 5.3. Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable en la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC.

En segundo lugar, el valor de las emisiones de CO₂ ha disminuido de 41,10 a 8,97 kgCO₂/m²·año, siendo la nueva calificación energética del edificio en este aspecto la correspondiente a la letra A. En cuanto a las calificaciones parciales, los sistemas de calefacción y refrigeración han rebajado considerablemente el valor de las emisiones de CO₂, siendo actualmente la calificación de estos sistemas A. Por su parte, los sistemas de ACS e iluminación se han mantenido en la misma letra de la escala de eficiencia energética, pero, al igual que ocurría en el caso del indicador del consumo de energía primaria no renovable, el valor numérico se ha reducido.

| INDICADOR GLOBAL | | INDICADORES PARCIALES | | | |
|---|--------|---|---|---|---|
| | 8,97 A | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | | Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año) | A | Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año) | C |
| | | 6,30 | | 0,32 | |
| | | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año) | A | Emisiones iluminación (kgCO ₂ /m ² año) | A | | |
| 1,06 | | 1,28 | | | |
| Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹ | | | | | |

Figura 5.4. Calificación energética del edificio en emisiones en la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC.

Por último, las mejoras aplicadas sobre la envolvente y las instalaciones han supuesto una rebaja de la demanda de calefacción hasta 51,49 kW·h/m², lo que supone un 41 % de la situación inicial. La demanda de refrigeración se ha mantenido en el mismo valor que inicialmente.

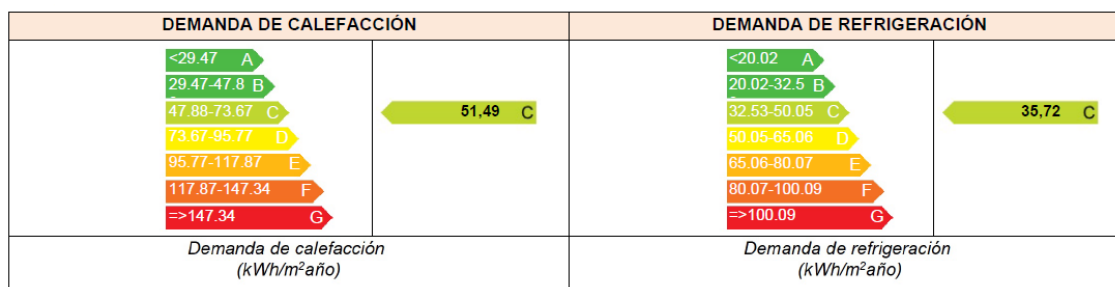


Figura 5.5. Calificaciones parciales de las demandas energéticas de calefacción y refrigeración en la situación mejorada. Fuente: Elaboración propia en HULC.

5.4 PRESUPUESTO DEL CASO ÓPTIMO

El presupuesto se ha realizado con el programa de control y gestión de costes *Presto*, el cual se ha dividido en tres capítulos, correspondientes a las distintas fases de actuación sobre el edificio.

En el primer capítulo titulado “Actuaciones previas y desmontajes”, se han tenido en cuenta los costes de demolición de los elementos existentes de la envolvente para la adición de los nuevos, así como el desmontaje de los equipos que conforman las instalaciones del edificio y que serán sustituidos por unos mejorados.

En el segundo capítulo titulado “Mejoras en la envolvente”, está reflejado el precio que supone la rehabilitación de los cerramientos, la cubierta, los huecos, la mejora sobre los puentes térmicos, el suelo del sótano y la adición de elementos de control solar en los huecos.

Por último, en el tercer capítulo titulado “Mejoras en las instalaciones”, se encuentran las partidas asociadas a la renovación de las luminarias, la caldera, las unidades de climatización y la incorporación de captadores solares térmicos y módulos fotovoltaicos.

Los documentos expedidos por *Presto* pueden consultarse en el *Anexo IV*, estando este dividido en el cuadro de precios descompuestos, las mediciones y el presupuesto y un resumen del mismo por capítulos.

Tabla 5.10. Resumen del presupuesto por capítulos. Fuente: Elaboración propia.

| CAPÍTULO | RESUMEN | EUROS |
|----------|-----------------------------------|------------|
| C01 | Actuaciones previas y desmontajes | 34.244,31 |
| C02 | Mejoras en la envolvente | 437.574,27 |
| C03 | Mejoras en las instalaciones | 448.851,73 |

El presupuesto de ejecución material en costes directos para realizar la rehabilitación del edificio de oficinas asciende a la cantidad de NOVECIENTOS VEINTE MIL SEISCIENTOS SETENTA EUROS CON TREINTA Y UNO CÉNTIMOS (920.670,31 €).

6 CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

6.1 CONCLUSIONES

La realización de este proyecto ha permitido obtener una serie de conclusiones, las cuales se exponen a continuación.

El objetivo principal del proyecto era la rehabilitación energética de un edificio de oficinas existente, el cual puede decirse que se ha logrado, al haber obtenido una calificación energética mucho más favorable que la disponible inicialmente. Además, se ha puesto de manifiesto la gran capacidad de mejora que poseen los edificios existentes, mediante la renovación de sus elementos principales. Este hecho ha permitido disminuir la demanda de calefacción en un 55 % y reducir notablemente las emisiones de CO₂ causadas por la actividad desarrollada en el edificio. De esta forma, también se ha dado respuesta a uno de los problemas actuales más preocupantes: el calentamiento global. Esta mejora también ha sido posible gracias al cumplimiento de uno de los objetivos planteados al inicio: la incorporación de sistemas movidos por fuentes de energía renovable.

El análisis económico de las distintas alternativas formadas por las mejoras aplicadas a envolvente e instalaciones ha permitido elegir el caso óptimo tomando como criterios la viabilidad económica y el cumplimiento de la normativa de ahorro energético. El presupuesto muestra una distribución de costes similar en las mejoras referentes a la envolvente y a las instalaciones, representando un 47,53 % y un 48,74 % respecto al total de la inversión respectivamente.

Finalmente, es preciso mencionar que este proyecto ha supuesto un notable aporte de conocimientos en el manejo de la *Herramienta Unificada Lider Calener*, la elaboración de presupuestos y cálculo del coste del ciclo de vida, así como la búsqueda de las mejoras energéticas existentes en el mercado, todo ello aplicado a un caso real.

6.2 DESARROLLOS FUTUROS

A lo largo de la elaboración del proyecto, se han encontrado opciones de desarrollos futuros que podrían ser incorporados en trabajos posteriores de características similares al presente, y que se enumeran a continuación:

- Acometer una rehabilitación más ambiciosa en los elementos de la envolvente para conseguir una reducción más drástica de las demandas de calefacción y refrigeración.
- Incorporar equipos de climatización más sofisticados que permitan el control de la instalación en base a las demandas instantáneas.
- Explorar la adición de más formas de energía renovable, como la geotermia o la aerotermia.

- Instalar equipos de climatización que funcionen con el refrigerante R-32, más eficiente energéticamente, con menor potencial de calentamiento atmosférico, más económico y con una capacidad de refrigeración similar a los empleados habitualmente.
- Considerar simultáneamente las mejoras aplicadas a la envolvente y a los sistemas en el cálculo del coste del ciclo de vida, ya que puede que la combinación resultante al unir la opción óptima de la envolvente y la de los sistemas considerándolos cada uno por separado no sea la mejor en su conjunto.

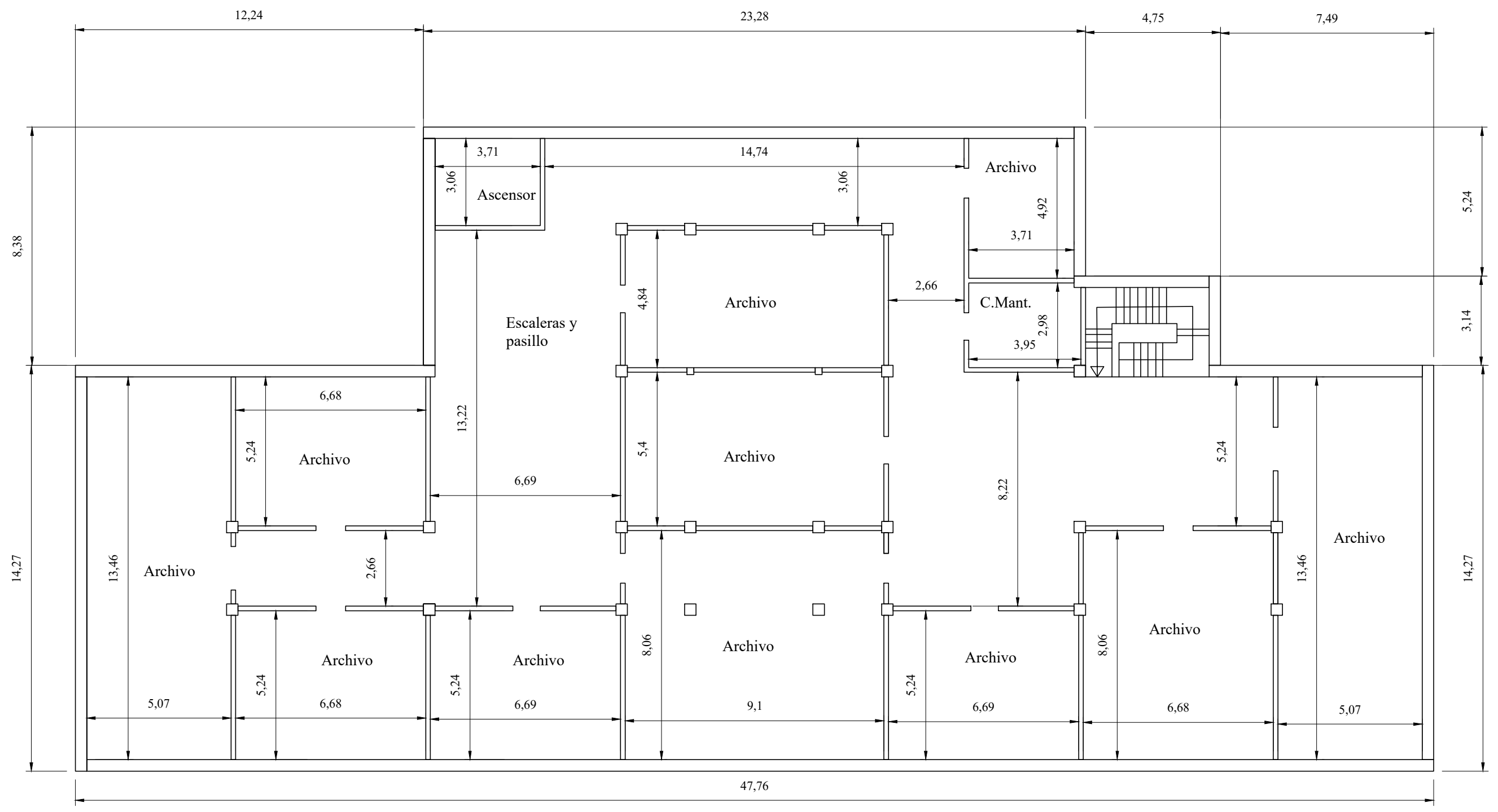
REFERENCIAS

- AENOR. *Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo*. UNE 100014 IN., (2004).
- AENOR. *Climatización. Condiciones climáticas para proyectos*. UNE 100001., (2001).
- AENOR. *Eficiencia energética de los edificios. Procedimiento de evaluación económica de los sistemas energéticos de los edificios. Parte 1: Método de cálculo*. UNE-EN 15459-1., (2018)
- AENOR. *Iluminación de los lugares de trabajo*. UNE-EN 12464-1., (2012).
- Arnabat, I. (2021). *Tipos de aislamiento térmico para fachadas*. Caloryfrio. Recuperado 25 de marzo de 2021, de <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/tipos-aislamiento-termico-para-fachadas-rehabilitar-vivienda-infografia.html>
- Arnabat, I. (2020). *Calderas de condensación*. Caloryfrio. Recuperado 29 de marzo de 2021, de <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/calderas/funcionamiento-calderas-de-condensacion.html#rendimientos>
- Arnabat, I. (2015). *Calderas de biomasa y pellets*. Caloryfrio. Recuperado 29 de marzo de 2021, de <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/calderas/calderas-de-biomasa-ventajas-y-funcionamiento.html>
- Arnabat, I. (2016). *Sistemas VRF, la climatización eficiente para edificios y locales*. Caloryfrio. Recuperado 30 de marzo de 2021, de <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/aire-acondicionado-comercial/sistemas-vrf-climatizacion-eficiente-edificios-locales-comerciales-infografia.html>
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 13 de abril de 2013, núm. 89, pp. 3-13.
- Directiva 2010/30/UE, de 19 de mayo, relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada. *Diario Oficial de la Unión Europea*. Estrasburgo, 19 de mayo de 2010, L 153, pp. 1-9.
- Grupo de Termotecnia. (s. f.). *Cálculo del coste del ciclo de vida en energética de los edificios*.


- IDAE. (2015). *Calificación de la eficiencia energética de los edificios*.
- IDAE, & CEI. (2019). *Guía Técnica Eficiencia Energética en Iluminación. Oficinas*.
- IDAE. (2008). *Soluciones de aislamiento con lana mineral*.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. (2020). *Guía de aplicación DB HE*. ISBN: 978-84-498-1046-6.
- López, A. (s. f.). *Aislar térmicamente por el interior*. Vivienda saludable. Recuperado 25 de marzo de 2021, de <https://www.viviendasaludable.es/confort-bienestar/aislamiento-termico/aislar-termicamente-por-el-interior>
- Ministerio de Fomento. (2019). *Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio*.
- Ministerio de Fomento. (2019). *Documento Básico HE. Ahorro de energía*.
- Ministerio de Fomento. (2015). *DA DB-HE/1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.
- Ministerio de Fomento, & IDAE. (2016). *HERRAMIENTA UNIFICADA, Manual de Usuario LIDER-CALENER*.
- Ministerio de Industria, E. y T. (2013). *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios*.
- Ministerio de Transporte Movilidad y Agenda Urbana. (2020). *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s. f.). *El proceso internacional de lucha contra el cambio climático*.
- Onventanas. (2019). *Ventanas de PVC o aluminio: comparativa aislamiento térmico*. Recuperado 26 de marzo de 2021, de <https://www.onventanas.com/ventanas-pvc-o-aluminio-comparativa-aislamiento-termico/>
- European Commission. (s. f.). *Photovoltaic Geographical Information System*. Recuperado 31 de mayo de 2021, de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 13 de abril de 2013, núm. 89, pp. 3-13.
- Yuste, P. (s. f.). *Dispositivos de protección solar en certificación energética*. Recuperado 30 de abril de 2021, de <https://www.certificadosenergeticos.com/dispositivos-proteccion-solar-certificacion-energetica-ce3x>

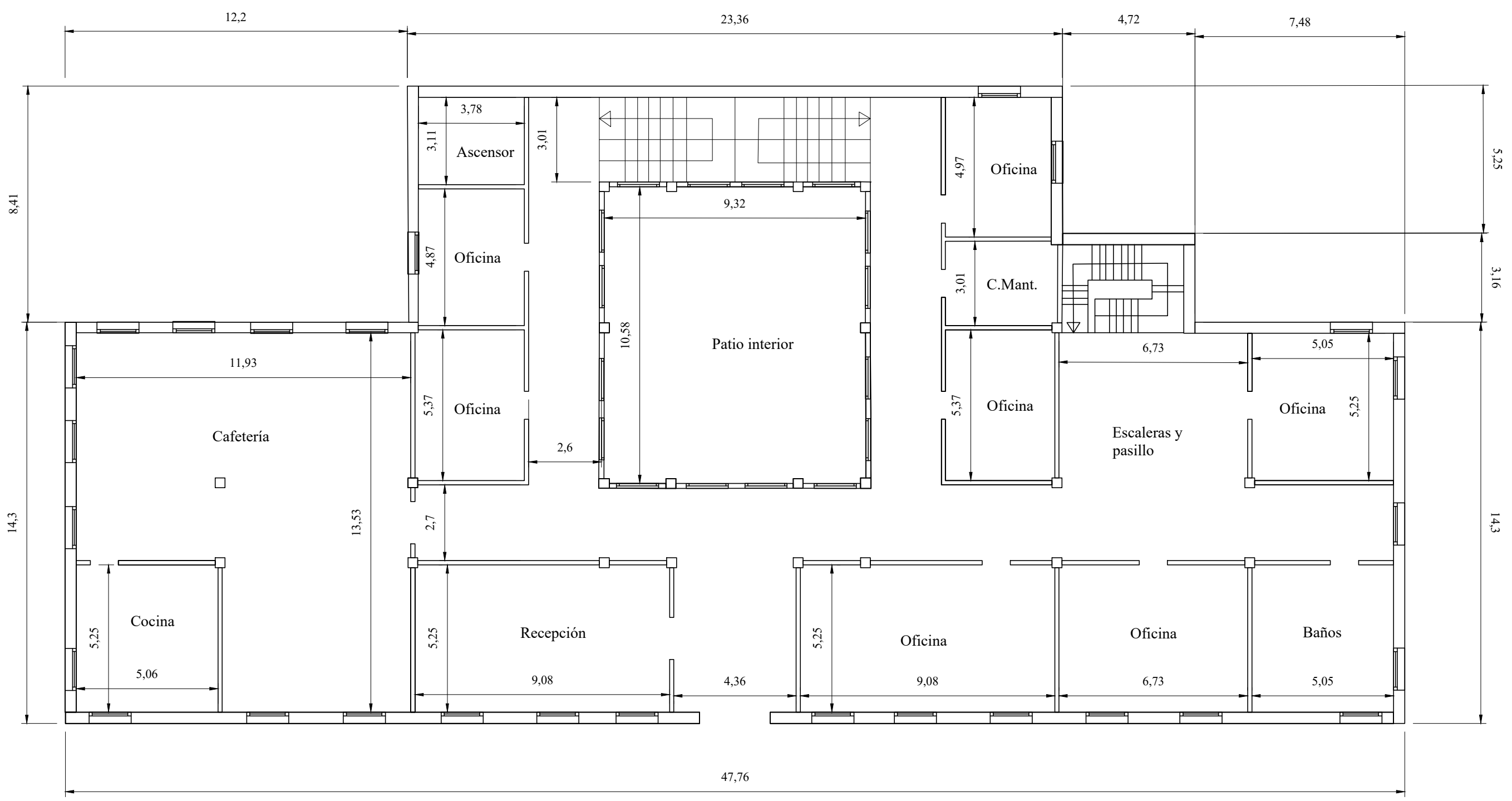
ANEXO I:

Planos




Cotas en metros

| | | | | | | | |
|---|--|--|------------------------|---------------------|----------------------|--------|-------------|
|  | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | TÍTULO DEL PROYECTO | AUTOR DEL PROYECTO | FECHA | TÍTULO DEL PLANO | ESCALA | Nº de PLANO |
| | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA | <i>DISEÑO ÓPTIMO DE ENVOLVENTE E INSTALACIONES EN EDIFICIO TERCIARIO</i> | CLAUDIA JURADO CAMACHO | 16 de JUNIO de 2021 | PLANTA SÓTANO | 1/150 | 1 |




Cotas en metros

| | | | | | | | |
|---|--|--|------------------------|---------------------|--------------------|--------|-------------|
|  | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | TÍTULO DEL PROYECTO | AUTOR DEL PROYECTO | FECHA | TÍTULO DEL PLANO | ESCALA | Nº de PLANO |
| | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA | DISEÑO ÓPTIMO DE ENVOLVENTE E INSTALACIONES EN EDIFICIO TERCIARIO | CLAUDIA JURADO CAMACHO | 16 de JUNIO de 2021 | PLANTA BAJA | 1/150 | 2 |



Cotas en metros

| | | | | | | | |
|---|--|--|------------------------|---------------------|--------------------|--------|-------------|
|  | UNIVERSIDAD DE SEVILLA | TÍTULO DEL PROYECTO | AUTOR DEL PROYECTO | FECHA | TÍTULO DEL PLANO | ESCALA | Nº de PLANO |
| | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA | DISEÑO ÓPTIMO DE ENVOLVENTE E INSTALACIONES EN EDIFICIO TERCIARIO | CLAUDIA JURADO CAMACHO | 16 de JUNIO de 2021 | PLANTA TIPO | 1/150 | 3 |

ANEXO II:

Hoja de cargas térmicas

| EXPEDIENTE | TFG | HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ESPACIO | | | | |
|---|--|--|---------------------------------------|--------|--------------|-----------------|
| PROYECTO | Edificio de oficinas | | | | | |
| FECHA | 12/02/2021 | | | | | |
| ESPACIO | ES-001 | FECHA CÁLCULO | 24 Agosto 15hs (17h 18m hora oficial) | | | |
| ACTIVIDAD | C.1.1: Archivo, copias, etc | CONDICIONES | Ts(°C) | Th(°C) | Hr(%) | Xe(g/kg) |
| C. OPERAC. | NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h | Exteriores | 36,2 | 21,8 | 27,8 | 10,42 |
| DIMENSIONES | 37,67 m ² x 3,700 m | Interiores | 24,0 | 18,6 | 60,0 | 11,19 |
| VOLUMEN | 139.371 l | Diferencias | 12,2 | 3,2 | -32,2 | -0,77 |
| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m ²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
| SL-009 (suelo enterrado) | Contacto terreno | 37,67 | 0,904 | 24,7 | -87 | -57 |
| PH-112 (techo) | Forjado plantas | 37,58 | 1,570 | 24,0 | 0 | 0 |
| PV-028 (medianera/tabique) | Tabique interior | 26,18 | 1,749 | 31,0 | 319 | 210 |
| PV-030 (muro enterrado) | Muro terreno | 26,19 | 0,802 | 24,7 | -29 | -19 |
| PV-027 (medianera/tabique) | Tabique interior | 19,69 | 1,749 | 24,0 | 0 | 0 |
| PV-029 (medianera/tabique) | Tabique interior | 19,69 | 1,749 | 31,0 | 240 | 158 |
| | | | | | | 291 |
| CALOR SENSIBLE INTERNO | | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
| Ocupación estándar 1,33 W/m ² (W/persona) | | 50,00 | 1,0 | 100 | 50 | 37 |
| Iluminación estándar (W/m ²) | | 4,25 | 37,7 | 100 | 160 | 128 |
| Equipos estándar (W/m ²) | | 4,50 | 37,7 | 100 | 170 | 118 |
| | | | | | | 283 |
| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | | 31,26 | 36,2 | 100 | 435 | 435 |
| | | | | | | 435 |
| TOTAL CALOR SENSIBLE | | | | | | 1.009 W |
| CALOR LATENTE INTERNO | | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
| Ocupación estándar 1,99 W/m ² (W/persona) | | 75,00 | 1,0 | 100 | 75 | 75 |
| | | | | | | 75 |
| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | | 31,26 | 10,42 | 100 | -68 | -68 |
| | | | | | | -68 |
| TOTAL CALOR LATENTE | | | | | | 7 W |
| CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN | | | | | | 1.067 W |
| <p>Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,88 Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 28,33 W/m² NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción</p> | | | | | | |

| EXPEDIENTE | TFG | HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO | | | | | |
|---|--|--|--|--------|--------------|-----------------|--|
| PROYECTO | Edificio de oficinas | | | | | | |
| FECHA | 12/02/2021 | | | | | | |
| ESPACIO | ES-001 | FECHA CALCULO | 21 Diciembre 6hs (7h 13m hora oficial) | | | | |
| ACTIVIDAD | C.1.1: Archivo, copias, etc | CONDICIONES | Ts(°C) | Th(°C) | Hr(%) | Xe(g/kg) | |
| C. OPERAC. | NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 12h | Exteriores | -1,3 | -1,8 | 90,0 | 3,05 | |
| DIMENSIONES | 37,67 m ² x 3,700 m | Interiores | 22,0 | 13,8 | 40,0 | 6,56 | |
| VOLUMEN | 139.371 l | Diferencias | -23,3 | -15,6 | 50,0 | -3,51 | |
| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m ²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) | |
| SL-009 (suelo enterrado) | Contacto terreno | 37,67 | 0,904 | 5,9 | -124 | -124 | |
| PH-112 (techo) | Forjado plantas | 37,58 | 1,570 | 22,0 | 0 | 0 | |
| PV-028 (medianera/tabique) | Tabique interior | 26,18 | 1,749 | 8,7 | -609 | -609 | |
| PV-030 (muro enterrado) | Muro terreno | 26,19 | 0,802 | 5,9 | -128 | -128 | |
| PV-027 (medianera/tabique) | Tabique interior | 19,69 | 1,749 | 22,0 | 0 | 0 | |
| PV-029 (medianera/tabique) | Tabique interior | 19,69 | 1,749 | 8,7 | -458 | -458 | |
| | | | | | | -1.319 | |
| CALOR SENSIBLE INTERNO | | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) | |
| Ocupación estándar 1,33 W/m ² (W/persona) | | 50,00 | 1,0 | 0 | 0 | 0 | |
| Iluminación estándar (W/m ²) | | 4,25 | 37,7 | 0 | 0 | 0 | |
| Equipos estándar (W/m ²) | | 4,50 | 37,7 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | | 0 | |
| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) | |
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | | 31,26 | -1,3 | 100 | -831 | -831 | |
| | | | | | | -831 | |
| TOTAL CALOR SENSIBLE | | | | | | -2.150 W | |
| CALOR LATENTE INTERNO | | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) | |
| Ocupación estándar 1,99 W/m ² (W/persona) | | 75,00 | 1,0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | | 0 | |
| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) | |
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | | 31,26 | 3,05 | 100 | -307 | -307 | |
| | | | | | | -307 | |
| TOTAL CALOR LATENTE | | | | | | -307 W | |
| CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN | | | | | | -2.579 W | |
| <p>Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00 Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 % Carga de calefacción por unidad de superficie: 68,48 W/m² NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción</p> | | | | | | | |

ANEXO III:

Certificaciones energéticas

Situación inicial

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | | | |
|---|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Nombre del edificio | Proyecto edificio de oficinas | | |
| Dirección | Avenida del Mar 12 - - - - - | | |
| Municipio | Ciudad Real | Código Postal | 13004 |
| Provincia | Ciudad Real | Comunidad Autónoma | Castilla la Mancha |
| Zona climática | D3 | Año construcción | Posterior a 2013 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | CTE HE 2019 | | |
| Referencia/s catastral/es | ninguno | | |

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción | <input checked="" type="checkbox"/> 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:

| | | | |
|--|---|--------------------|-----------|
| Nombre y Apellidos | Claudia Jurado Camacho | NIF/NIE | - |
| Razón social | Razón Social | NIF | - |
| Domicilio | - - - - - | | |
| Municipio | Villanueva de Córdoba | Código Postal | - |
| Provincia | Córdoba | Comunidad Autónoma | Andalucía |
| e-mail: | - | Teléfono | - |
| Titulación habilitante según normativa vigente | - | | |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.2203.1160, de fecha 26-abr-2021 | | |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año) | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año) |
|--|--|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%;"><81.88 A</div> <div style="width: 100%;">81.88-133. B</div> <div style="width: 100%;">133.06-204.7 C</div> <div style="width: 100%;">204.70-266.12 D</div> <div style="width: 100%;">266.12-327.53 E</div> <div style="width: 100%;">327.53-409.41 F</div> <div style="width: 100%;">=>409.41 G</div> </div> <div style="margin-top: 20px; text-align: center;"> 241,23 D </div> | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%;"><17.80 A</div> <div style="width: 100%;">17.80-28.9 B</div> <div style="width: 100%;">28.93-44.50 C</div> <div style="width: 100%;">44.50-57.85 D</div> <div style="width: 100%;">57.85-71.20 E</div> <div style="width: 100%;">71.20-89.00 F</div> <div style="width: 100%;">=>89.00 G</div> </div> <div style="margin-top: 20px; text-align: center;"> 41,10 C </div> |

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

Fecha 02/06/2021

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

| | |
|---|---------|
| Superficie habitable (m²) | 4430,32 |
|---|---------|

| Imagen del edificio | Plano de situación |
|---------------------|--------------------|
| | |

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

| Nombre | Tipo | Superficie (m ²) | Transmitancia (W/m ² K) | Modo de obtención |
|-----------------|----------|------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| P01_E01_FTER001 | Suelo | 37,67 | 0,42 | Usuario |
| P01_E01_PCT001 | Fachada | 26,19 | 0,52 | Usuario |
| P01_E02_FTER002 | Suelo | 37,61 | 0,42 | Usuario |
| P01_E02_PCT001 | Fachada | 26,17 | 0,52 | Usuario |
| P01_E03_FTER003 | Suelo | 34,20 | 0,42 | Usuario |
| P01_E03_PCT001 | Fachada | 23,78 | 0,52 | Usuario |
| P01_E04_FE001 | Cubierta | 52,63 | 0,75 | Usuario |
| P01_E04_FTER004 | Suelo | 52,63 | 0,42 | Usuario |
| P01_E05_FE002 | Cubierta | 53,64 | 0,75 | Usuario |
| P01_E05_FTER005 | Suelo | 53,64 | 0,42 | Usuario |
| P01_E06_FTER006 | Suelo | 77,49 | 0,42 | Usuario |
| P01_E06_PCT001 | Fachada | 35,92 | 0,52 | Usuario |
| P01_E07_FTER007 | Suelo | 19,46 | 0,42 | Usuario |
| P01_E07_PCT001 | Fachada | 14,24 | 0,52 | Usuario |
| P01_E07_PCT002 | Fachada | 18,72 | 0,52 | Usuario |
| P01_E08_FTER008 | Suelo | 12,08 | 0,42 | Usuario |
| P01_E09_FTER009 | Suelo | 35,34 | 0,42 | Usuario |
| P01_E09_PCT001 | Fachada | 24,52 | 0,52 | Usuario |
| P01_E10_FTER010 | Suelo | 68,76 | 0,42 | Usuario |
| P01_E10_PCT001 | Fachada | 18,85 | 0,52 | Usuario |
| P01_E10_PCT002 | Fachada | 18,83 | 0,52 | Usuario |
| P01_E10_PCT003 | Fachada | 49,95 | 0,52 | Usuario |
| P01_E11_FTER011 | Suelo | 54,93 | 0,42 | Usuario |
| P01_E11_PCT001 | Fachada | 25,45 | 0,52 | Usuario |
| P01_E12_FTER012 | Suelo | 12,29 | 0,42 | Usuario |
| P01_E12_PCT001 | Fachada | 14,27 | 0,52 | Usuario |

| | | | | |
|-----------------|---------|--------|------|---------|
| P01_E12_PCT002 | Fachada | 11,77 | 0,52 | Usuario |
| P01_E13_FTER013 | Suelo | 69,19 | 0,42 | Usuario |
| P01_E13_PCT001 | Fachada | 18,97 | 0,52 | Usuario |
| P01_E13_PCT002 | Fachada | 18,95 | 0,52 | Usuario |
| P01_E13_PCT003 | Fachada | 49,95 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_FTER014 | Suelo | 273,95 | 0,42 | Usuario |
| P01_E14_PCT001 | Fachada | 8,83 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT002 | Fachada | 12,45 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT003 | Fachada | 17,35 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT004 | Fachada | 54,96 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT005 | Fachada | 19,34 | 0,52 | Usuario |
| P02_E01_PE001 | Fachada | 17,89 | 0,88 | Usuario |
| P02_E01_PE002 | Fachada | 18,67 | 0,88 | Usuario |
| P02_E02_PE001 | Fachada | 23,04 | 0,88 | Usuario |
| P02_E02_PE002 | Fachada | 38,30 | 0,88 | Usuario |
| P02_E02_PE003 | Fachada | 24,83 | 0,88 | Usuario |
| P02_E03_PE001 | Fachada | 15,43 | 0,88 | Usuario |
| P02_E03_PE002 | Fachada | 12,73 | 0,88 | Usuario |
| P02_E04_PE001 | Fachada | 18,29 | 0,88 | Usuario |
| P02_E06_PE001 | Fachada | 27,95 | 0,88 | Usuario |
| P02_E07_PE001 | Fachada | 17,61 | 0,88 | Usuario |
| P02_E07_PE002 | Fachada | 12,77 | 0,88 | Usuario |
| P02_E10_PE001 | Fachada | 18,69 | 0,88 | Usuario |
| P02_E10_PE002 | Fachada | 17,75 | 0,88 | Usuario |
| P02_E11_PE001 | Fachada | 19,24 | 0,88 | Usuario |
| P02_E11_PE002 | Fachada | 20,24 | 0,88 | Usuario |
| P02_E12_PE001 | Fachada | 22,26 | 0,88 | Usuario |
| P02_E13_PE001 | Fachada | 28,72 | 0,88 | Usuario |
| P02_E14_PE001 | Fachada | 2,36 | 0,88 | Usuario |
| P02_E14_PE002 | Fachada | 13,43 | 0,88 | Usuario |
| P02_E14_PE003 | Fachada | 31,79 | 0,88 | Usuario |
| P02_E14_PE004 | Fachada | 13,42 | 0,88 | Usuario |
| P02_E14_PE005 | Fachada | 29,71 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE001 | Fachada | 13,42 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE002 | Fachada | 31,79 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE003 | Fachada | 13,40 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE004 | Fachada | 9,39 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE005 | Fachada | 8,69 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE006 | Fachada | 9,55 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE007 | Fachada | 13,46 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE008 | Fachada | 18,76 | 0,88 | Usuario |
| P02_E15_PE009 | Fachada | 29,71 | 0,88 | Usuario |
| P03_E01_PE001 | Fachada | 48,03 | 0,88 | Usuario |
| P03_E01_PE002 | Fachada | 45,97 | 0,88 | Usuario |
| P03_E02_PE001 | Fachada | 28,19 | 0,88 | Usuario |
| P03_E03_PE001 | Fachada | 30,31 | 0,88 | Usuario |
| P03_E04_PE001 | Fachada | 26,14 | 0,88 | Usuario |
| P03_E05_PE001 | Fachada | 27,68 | 0,88 | Usuario |
| P03_E06_PE001 | Fachada | 41,04 | 0,88 | Usuario |
| P03_E07_PE001 | Fachada | 41,02 | 0,88 | Usuario |
| P03_E08_PE001 | Fachada | 28,17 | 0,88 | Usuario |
| P03_E09_PE001 | Fachada | 27,70 | 0,88 | Usuario |
| P03_E10_PE001 | Fachada | 28,25 | 0,88 | Usuario |
| P03_E11_PE001 | Fachada | 28,22 | 0,88 | Usuario |

| | | | | |
|---------------|----------|-------|------|---------|
| P03_E12_PE001 | Fachada | 50,08 | 0,88 | Usuario |
| P03_E12_PE002 | Fachada | 52,70 | 0,88 | Usuario |
| P03_E13_PE001 | Fachada | 48,07 | 0,88 | Usuario |
| P03_E13_PE002 | Fachada | 45,91 | 0,88 | Usuario |
| P03_E14_PE001 | Fachada | 28,25 | 0,88 | Usuario |
| P03_E15_PE001 | Fachada | 30,32 | 0,88 | Usuario |
| P03_E17_PE001 | Fachada | 47,02 | 0,88 | Usuario |
| P03_E18_PE001 | Fachada | 40,50 | 0,88 | Usuario |
| P03_E18_PE002 | Fachada | 33,41 | 0,88 | Usuario |
| P03_E19_PE001 | Fachada | 45,25 | 0,88 | Usuario |
| P03_E19_PE002 | Fachada | 32,53 | 0,88 | Usuario |
| P03_E22_PE001 | Fachada | 48,09 | 0,88 | Usuario |
| P03_E22_PE002 | Fachada | 45,61 | 0,88 | Usuario |
| P03_E23_PE001 | Fachada | 77,99 | 0,88 | Usuario |
| P03_E23_PE002 | Fachada | 22,02 | 0,88 | Usuario |
| P03_E23_PE003 | Fachada | 33,01 | 0,88 | Usuario |
| P03_E23_PE004 | Fachada | 78,94 | 0,88 | Usuario |
| P03_E23_PE005 | Fachada | 33,01 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE001 | Fachada | 32,92 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE002 | Fachada | 78,94 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE003 | Fachada | 32,92 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE004 | Fachada | 21,83 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE005 | Fachada | 25,06 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE006 | Fachada | 35,33 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE007 | Fachada | 49,25 | 0,88 | Usuario |
| P03_E24_PE008 | Fachada | 77,98 | 0,88 | Usuario |
| P04_E01_PE001 | Fachada | 16,01 | 0,88 | Usuario |
| P04_E01_PE002 | Fachada | 15,32 | 0,88 | Usuario |
| P04_E01_FE001 | Cubierta | 27,25 | 0,75 | Usuario |
| P04_E02_PE001 | Fachada | 9,40 | 0,88 | Usuario |
| P04_E02_FE024 | Cubierta | 18,26 | 0,75 | Usuario |
| P04_E03_PE001 | Fachada | 10,10 | 0,88 | Usuario |
| P04_E03_FE023 | Cubierta | 19,37 | 0,75 | Usuario |
| P04_E04_PE001 | Fachada | 8,71 | 0,88 | Usuario |
| P04_E04_FE022 | Cubierta | 17,26 | 0,75 | Usuario |
| P04_E05_PE001 | Fachada | 9,23 | 0,88 | Usuario |
| P04_E05_FE021 | Cubierta | 17,99 | 0,75 | Usuario |
| P04_E06_PE001 | Fachada | 13,68 | 0,88 | Usuario |
| P04_E06_FE020 | Cubierta | 24,80 | 0,75 | Usuario |
| P04_E07_PE001 | Fachada | 13,67 | 0,88 | Usuario |
| P04_E07_FE019 | Cubierta | 24,84 | 0,75 | Usuario |
| P04_E08_PE001 | Fachada | 9,39 | 0,88 | Usuario |
| P04_E08_FE018 | Cubierta | 18,27 | 0,75 | Usuario |
| P04_E09_PE001 | Fachada | 9,23 | 0,88 | Usuario |
| P04_E09_FE017 | Cubierta | 18,05 | 0,75 | Usuario |
| P04_E10_PE001 | Fachada | 9,42 | 0,88 | Usuario |
| P04_E10_FE016 | Cubierta | 18,33 | 0,75 | Usuario |
| P04_E11_PE001 | Fachada | 9,41 | 0,88 | Usuario |
| P04_E11_FE015 | Cubierta | 18,31 | 0,75 | Usuario |
| P04_E12_PE001 | Fachada | 16,69 | 0,88 | Usuario |
| P04_E12_PE002 | Fachada | 17,57 | 0,88 | Usuario |
| P04_E12_FE014 | Cubierta | 27,14 | 0,75 | Usuario |
| P04_E13_PE001 | Fachada | 16,02 | 0,88 | Usuario |
| P04_E13_PE002 | Fachada | 15,30 | 0,88 | Usuario |

| | | | | |
|---------------|----------|--------|------|---------|
| P04_E13_FE003 | Cubierta | 27,30 | 0,75 | Usuario |
| P04_E14_PE001 | Fachada | 9,42 | 0,88 | Usuario |
| P04_E14_FE004 | Cubierta | 18,28 | 0,75 | Usuario |
| P04_E15_PE001 | Fachada | 10,11 | 0,88 | Usuario |
| P04_E15_FE005 | Cubierta | 19,37 | 0,75 | Usuario |
| P04_E16_FE006 | Cubierta | 20,54 | 0,75 | Usuario |
| P04_E17_PE001 | Fachada | 15,67 | 0,88 | Usuario |
| P04_E17_FE007 | Cubierta | 20,17 | 0,75 | Usuario |
| P04_E18_PE001 | Fachada | 13,50 | 0,88 | Usuario |
| P04_E18_PE002 | Fachada | 11,14 | 0,88 | Usuario |
| P04_E18_FE008 | Cubierta | 12,29 | 0,75 | Usuario |
| P04_E19_PE001 | Fachada | 15,08 | 0,88 | Usuario |
| P04_E19_PE002 | Fachada | 10,84 | 0,88 | Usuario |
| P04_E19_FE010 | Cubierta | 19,46 | 0,75 | Usuario |
| P04_E20_FE011 | Cubierta | 12,08 | 0,75 | Usuario |
| P04_E21_FE012 | Cubierta | 21,37 | 0,75 | Usuario |
| P04_E22_PE001 | Fachada | 16,03 | 0,88 | Usuario |
| P04_E22_PE002 | Fachada | 15,20 | 0,88 | Usuario |
| P04_E22_FE013 | Cubierta | 27,15 | 0,75 | Usuario |
| P04_E23_PE001 | Fachada | 26,00 | 0,88 | Usuario |
| P04_E23_PE002 | Fachada | 7,34 | 0,88 | Usuario |
| P04_E23_PE003 | Fachada | 11,00 | 0,88 | Usuario |
| P04_E23_PE004 | Fachada | 26,31 | 0,88 | Usuario |
| P04_E23_PE005 | Fachada | 11,00 | 0,88 | Usuario |
| P04_E23_FE002 | Cubierta | 115,97 | 0,75 | Usuario |
| P04_E24_PE001 | Fachada | 10,97 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_PE002 | Fachada | 26,31 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_PE003 | Fachada | 10,97 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_PE004 | Fachada | 7,28 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_PE005 | Fachada | 8,35 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_PE006 | Fachada | 11,78 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_PE007 | Fachada | 16,42 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_PE008 | Fachada | 25,99 | 0,88 | Usuario |
| P04_E24_FE009 | Cubierta | 169,13 | 0,75 | Usuario |

Huecos y lucernarios

| Nombre | Tipo | Superficie (m ²) | Transmitancia (W/m ² K) | Factor Solar | Modo de obtención transmitancia | Modo de obtención factor solar |
|---------|-------|------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|
| VENTANA | Hueco | 63,00 | 6,27 | 0,78 | Usuario | Usuario |
| VENTANA | Hueco | 126,00 | 6,27 | 0,78 | Usuario | Usuario |
| VENTANA | Hueco | 70,13 | 6,27 | 0,78 | Usuario | Usuario |
| VENTANA | Hueco | 78,00 | 6,27 | 0,78 | Usuario | Usuario |
| PUERTA | Hueco | 6,88 | 6,24 | 0,17 | Usuario | Usuario |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| SIS1_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 40,84 | 133,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |

Generadores de calefacción

| | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------|--------|------------------------|---------|
| SIS2_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 56,15 | 161,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS3_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 60,50 | 122,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS4_EQ2_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 66,71 | 149,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| TOTALES | | 224,20 | | | |

Generadores de refrigeración

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| SIS1_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 37,79 | 110,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS2_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 52,75 | 141,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS3_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 55,30 | 248,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS4_EQ2_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 61,50 | 144,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| TOTALES | | 207,34 | | | |

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| | |
|---|--------|
| Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día) | 886,00 |
|---|--------|

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|--|------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| SIS_EQ1_EQ_Caldera-Convenicional-Defecto | Caldera eléctrica o de combustible | 97,00 | 86,00 | GasNatural | Usuario |

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

| Nombre del espacio | Potencia instalada (W/m ²) | VEEI (W/m ² 100lux) | Iluminancia media (lux) |
|--------------------|--|--------------------------------|-------------------------|
| P01_E01 | 4,25 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E02 | 4,25 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E03 | 4,28 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E04 | 4,05 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E05 | 3,68 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E06 | 3,65 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E07 | 4,79 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E08 | 2,50 | 1,80 | 120,00 |
| P01_E09 | 4,28 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E10 | 3,97 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E11 | 3,87 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E13 | 3,97 | 1,80 | 40,00 |
| P01_E14 | 2,10 | 1,90 | 126,67 |
| P02_E01 | 9,06 | 1,78 | 39,56 |
| P02_E02 | 5,74 | 1,78 | 39,56 |
| P02_E04 | 8,26 | 1,64 | 36,44 |
| P02_E05 | 9,07 | 1,63 | 36,22 |
| P02_E06 | 6,05 | 1,90 | 42,22 |
| P02_E07 | 10,12 | 1,64 | 36,44 |
| P02_E08 | 2,49 | 1,80 | 120,00 |
| P02_E09 | 9,07 | 1,64 | 36,44 |

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

| | | | |
|---------|-------|------|--------|
| P02_E10 | 8,60 | 1,60 | 35,56 |
| P02_E11 | 4,07 | 1,90 | 126,67 |
| P02_E12 | 8,61 | 1,64 | 36,44 |
| P02_E13 | 8,78 | 1,64 | 36,44 |
| P02_E14 | 2,20 | 1,90 | 126,67 |
| P02_E15 | 2,20 | 1,90 | 126,67 |
| P03_E01 | 8,60 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E02 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E03 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E04 | 8,81 | 1,60 | 35,56 |
| P03_E05 | 8,95 | 1,60 | 35,56 |
| P03_E06 | 9,66 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E07 | 9,66 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E08 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E09 | 8,95 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E10 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E11 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E12 | 4,07 | 1,90 | 126,67 |
| P03_E13 | 8,60 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E14 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E15 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E16 | 9,07 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E17 | 8,26 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E19 | 10,12 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E20 | 2,49 | 1,80 | 120,00 |
| P03_E21 | 9,07 | 1,64 | 36,44 |
| P03_E22 | 8,60 | 1,60 | 35,56 |
| P03_E23 | 2,10 | 1,90 | 126,67 |
| P03_E24 | 2,10 | 1,90 | 126,67 |
| P04_E01 | 8,60 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E02 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E03 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E04 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E05 | 8,95 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E06 | 9,66 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E07 | 9,66 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E08 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E09 | 8,95 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E10 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E11 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E12 | 4,07 | 1,90 | 126,67 |
| P04_E13 | 8,60 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E14 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E15 | 8,81 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E16 | 9,07 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E17 | 8,26 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E19 | 10,11 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E20 | 2,49 | 1,80 | 120,00 |
| P04_E21 | 9,07 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E22 | 8,60 | 1,64 | 36,44 |
| P04_E23 | 2,10 | 1,90 | 126,67 |
| P04_E24 | 2,10 | 1,90 | 126,67 |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

| Espacio | Superficie (m ²) | Perfil de uso |
|---------|------------------------------|-------------------------|
| P01_E01 | 37,67 | noresidencial-12h-media |
| P01_E02 | 37,61 | noresidencial-12h-media |
| P01_E03 | 34,20 | noresidencial-12h-media |
| P01_E04 | 52,63 | noresidencial-12h-media |
| P01_E05 | 53,64 | noresidencial-12h-media |
| P01_E06 | 77,49 | noresidencial-12h-media |
| P01_E07 | 19,46 | noresidencial-12h-media |
| P01_E08 | 12,08 | noresidencial-8h-baja |
| P01_E09 | 35,34 | noresidencial-12h-media |
| P01_E10 | 68,76 | noresidencial-12h-media |
| P01_E11 | 54,93 | noresidencial-12h-media |
| P01_E12 | 12,29 | perfildeusuario |
| P01_E13 | 69,19 | noresidencial-12h-media |
| P01_E14 | 273,95 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E01 | 27,25 | noresidencial-12h-media |
| P02_E02 | 137,47 | noresidencial-12h-media |
| P02_E03 | 12,29 | perfildeusuario |
| P02_E04 | 20,17 | noresidencial-12h-media |
| P02_E05 | 20,54 | noresidencial-12h-media |
| P02_E06 | 47,67 | noresidencial-12h-media |
| P02_E07 | 19,46 | noresidencial-12h-media |
| P02_E08 | 12,08 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E09 | 21,37 | noresidencial-12h-media |
| P02_E10 | 27,15 | noresidencial-12h-media |
| P02_E11 | 27,14 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E12 | 36,63 | noresidencial-12h-media |
| P02_E13 | 48,76 | noresidencial-12h-media |
| P02_E14 | 93,37 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E15 | 181,60 | noresidencial-8h-baja |
| P03_E01 | 81,75 | noresidencial-12h-media |
| P03_E02 | 54,78 | noresidencial-12h-media |
| P03_E03 | 58,11 | noresidencial-12h-media |
| P03_E04 | 51,79 | noresidencial-12h-media |
| P03_E05 | 53,97 | noresidencial-12h-media |
| P03_E06 | 74,40 | noresidencial-12h-media |
| P03_E07 | 74,50 | noresidencial-12h-media |
| P03_E08 | 54,80 | noresidencial-12h-media |
| P03_E09 | 54,14 | noresidencial-12h-media |
| P03_E10 | 54,98 | noresidencial-12h-media |
| P03_E11 | 54,92 | noresidencial-12h-media |
| P03_E12 | 81,43 | noresidencial-8h-baja |
| P03_E13 | 81,89 | noresidencial-12h-media |
| P03_E14 | 54,84 | noresidencial-12h-media |
| P03_E15 | 58,11 | noresidencial-12h-media |
| P03_E16 | 61,62 | noresidencial-12h-media |
| P03_E17 | 60,50 | noresidencial-12h-media |
| P03_E18 | 36,88 | perfildeusuario |
| P03_E19 | 58,37 | noresidencial-12h-media |
| P03_E20 | 36,24 | noresidencial-8h-baja |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

| Espacio | Superficie (m ²) | Perfil de uso |
|---------|------------------------------|-------------------------|
| P03_E21 | 64,10 | noresidencial-12h-media |
| P03_E22 | 81,46 | noresidencial-12h-media |
| P03_E23 | 347,91 | noresidencial-8h-baja |
| P03_E24 | 507,38 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E01 | 27,25 | noresidencial-12h-media |
| P04_E02 | 18,26 | noresidencial-12h-media |
| P04_E03 | 19,37 | noresidencial-12h-media |
| P04_E04 | 17,26 | noresidencial-12h-media |
| P04_E05 | 17,99 | noresidencial-12h-media |
| P04_E06 | 24,80 | noresidencial-12h-media |
| P04_E07 | 24,83 | noresidencial-12h-media |
| P04_E08 | 18,27 | noresidencial-12h-media |
| P04_E09 | 18,05 | noresidencial-12h-media |
| P04_E10 | 18,33 | noresidencial-12h-media |
| P04_E11 | 18,31 | noresidencial-12h-media |
| P04_E12 | 27,14 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E13 | 27,30 | noresidencial-12h-media |
| P04_E14 | 18,28 | noresidencial-12h-media |
| P04_E15 | 19,37 | noresidencial-12h-media |
| P04_E16 | 20,54 | noresidencial-12h-media |
| P04_E17 | 20,17 | noresidencial-12h-media |
| P04_E18 | 12,29 | perfildeusuario |
| P04_E19 | 19,46 | noresidencial-12h-media |
| P04_E20 | 12,08 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E21 | 21,37 | noresidencial-12h-media |
| P04_E22 | 27,15 | noresidencial-12h-media |
| P04_E23 | 115,97 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E24 | 169,13 | noresidencial-8h-baja |

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

| Nombre | Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%) | | | Demanda de ACS cubierta (%) |
|-----------------------|---|---------------|----------|-----------------------------|
| | Calefacción | Refrigeración | ACS | |
| Sistema solar térmico | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| TOTALES | 0 | 0 | 0 | 0,00 |

Eléctrica

| Nombre | Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año) |
|---------------------|--|
| Fotovoltaica insitu | 65263,60 |
| TOTALES | 65263,6 |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|----------------|----|-----|-------------------------|
| Zona climática | D3 | Uso | Certificación Existente |
|----------------|----|-----|-------------------------|

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|---|---|---|---|
| <p style="text-align: center;">41,10 C</p> | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | <i>Emisiones calefacción</i> (kgCO ₂ /m ² año) | D | <i>Emisiones ACS</i> (kgCO ₂ /m ² año) | C |
| | 29,94 | | 1,17 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Emisiones globales</i> (kgCO ₂ /m ² año) ¹ | <i>Emisiones refrigeración</i> (kgCO ₂ /m ² año) | D | <i>Emisiones iluminación</i> (kgCO ₂ /m ² año) | A |
| | 6,61 | | 3,38 | |

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

| | kgCO ₂ /m ² .año | kgCO ₂ /año |
|---|--|------------------------|
| <i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i> | 6,64 | 29400,86 |
| <i>Emisiones CO2 por combustibles fósiles</i> | 28,63 | 126838,49 |

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 | | | |
|---|--|---|--|---|
| <p style="text-align: center;">241,23 D</p> | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | <i>Energía primaria no renovable calefacción</i> (kWh/m ² año) | F | <i>Energía primaria no renovable ACS</i> (kWh/m ² año) | C |
| | 176,74 | | 5,53 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> (kWh/m ² año) ¹ | <i>Energía primaria no renovable refrigeración</i> (kWh/m ² año) | D | <i>Energía primaria no renovable iluminación</i> (kWh/m ² año) | A |
| | 39,02 | | 19,94 | |

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">87,79 D</p> | <p style="text-align: center;">35,72 C</p> |
| <i>Demanda de calefacción</i> (kWh/m ² año) | <i>Demanda de refrigeración</i> (kWh/m ² año) |

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

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año) | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año) |
|---|---|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><81.88 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">81.88-133. B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">133.06-204.7 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">204.70-266.12 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">266.12-327.53 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">327.53-409.41 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>409.41 G</div> </div> | <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><17.80 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">17.80-28.9 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">28.93-44.50 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">44.50-57.85 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">57.85-71.20 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">71.20-89.00 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>89.00 G</div> </div> |

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año) | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año) |
|---|---|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><29.80 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">29.80-48.4 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">48.43-74.50 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">74.50-96.85 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">96.85-119.20 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">119.20-149.01 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>149.01 G</div> </div> | <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><19.71 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">19.71-32.0 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">32.04-49.29 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">49.29-64.07 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">64.07-78.86 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">78.86-98.57 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>98.57 G</div> </div> |

ANÁLISIS TÉCNICO

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

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

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

Coste estimado de la medida

Otros datos de interés

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.

| | |
|--|----------|
| Fecha de realización de la visita del técnico certificador | 27/01/21 |
|--|----------|

Situación mejorada

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | | | |
|---|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Nombre del edificio | Proyecto edificio de oficinas | | |
| Dirección | Avenida del Mar 12 - - - - - | | |
| Municipio | Ciudad Real | Código Postal | 13004 |
| Provincia | Ciudad Real | Comunidad Autónoma | Castilla la Mancha |
| Zona climática | D3 | Año construcción | Posterior a 2013 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | CTE HE 2019 | | |
| Referencia/s catastral/es | ninguno | | |

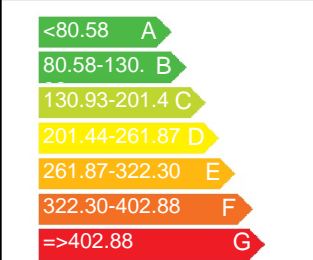
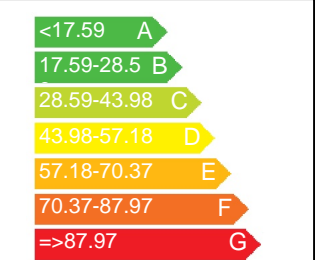
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción | <input checked="" type="checkbox"/> 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:

| | | | |
|--|---|--------------------|-----------|
| Nombre y Apellidos | Claudia Jurado Camacho | NIF/NIE | - |
| Razón social | Razón Social | NIF | - |
| Domicilio | - - - - - | | |
| Municipio | Villanueva de Córdoba | Código Postal | - |
| Provincia | Córdoba | Comunidad Autónoma | Andalucía |
| e-mail: | - | Teléfono | - |
| Titulación habilitante según normativa vigente | - | | |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.2203.1160, de fecha 26-abr-2021 | | |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año) | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año) |
|--|--|
|  52,55 A |  8,97 A |

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

Fecha 14/06/2021

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

| | |
|---|---------|
| Superficie habitable (m²) | 4430,32 |
|---|---------|

| Imagen del edificio | Plano de situación |
|---------------------|--------------------|
| | |

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

| Nombre | Tipo | Superficie (m ²) | Transmitancia (W/m ² K) | Modo de obtención |
|-----------------|----------|------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| P01_E01_FTER001 | Suelo | 37,67 | 0,39 | Usuario |
| P01_E01_PCT001 | Fachada | 26,19 | 0,52 | Usuario |
| P01_E02_FTER002 | Suelo | 37,61 | 0,39 | Usuario |
| P01_E02_PCT001 | Fachada | 26,17 | 0,52 | Usuario |
| P01_E03_FTER003 | Suelo | 34,20 | 0,39 | Usuario |
| P01_E03_PCT001 | Fachada | 23,78 | 0,52 | Usuario |
| P01_E04_FE001 | Cubierta | 52,63 | 0,21 | Usuario |
| P01_E04_FTER004 | Suelo | 52,63 | 0,39 | Usuario |
| P01_E05_FE002 | Cubierta | 53,64 | 0,21 | Usuario |
| P01_E05_FTER005 | Suelo | 53,64 | 0,39 | Usuario |
| P01_E06_FTER006 | Suelo | 77,49 | 0,39 | Usuario |
| P01_E06_PCT001 | Fachada | 35,92 | 0,52 | Usuario |
| P01_E07_FTER007 | Suelo | 19,46 | 0,39 | Usuario |
| P01_E07_PCT001 | Fachada | 14,24 | 0,52 | Usuario |
| P01_E07_PCT002 | Fachada | 18,72 | 0,52 | Usuario |
| P01_E08_FTER008 | Suelo | 12,08 | 0,39 | Usuario |
| P01_E09_FTER009 | Suelo | 35,34 | 0,39 | Usuario |
| P01_E09_PCT001 | Fachada | 24,52 | 0,52 | Usuario |
| P01_E10_FTER010 | Suelo | 68,76 | 0,39 | Usuario |
| P01_E10_PCT001 | Fachada | 18,85 | 0,52 | Usuario |
| P01_E10_PCT002 | Fachada | 18,83 | 0,52 | Usuario |
| P01_E10_PCT003 | Fachada | 49,95 | 0,52 | Usuario |
| P01_E11_FTER011 | Suelo | 54,93 | 0,39 | Usuario |
| P01_E11_PCT001 | Fachada | 25,45 | 0,52 | Usuario |
| P01_E12_FTER012 | Suelo | 12,29 | 0,39 | Usuario |
| P01_E12_PCT001 | Fachada | 14,27 | 0,52 | Usuario |

| | | | | |
|-----------------|---------|--------|------|---------|
| P01_E12_PCT002 | Fachada | 11,77 | 0,52 | Usuario |
| P01_E13_FTER013 | Suelo | 69,19 | 0,39 | Usuario |
| P01_E13_PCT001 | Fachada | 18,97 | 0,52 | Usuario |
| P01_E13_PCT002 | Fachada | 18,95 | 0,52 | Usuario |
| P01_E13_PCT003 | Fachada | 49,95 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_FTER014 | Suelo | 273,95 | 0,39 | Usuario |
| P01_E14_PCT001 | Fachada | 8,83 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT002 | Fachada | 12,45 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT003 | Fachada | 17,35 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT004 | Fachada | 54,96 | 0,52 | Usuario |
| P01_E14_PCT005 | Fachada | 19,34 | 0,52 | Usuario |
| P02_E01_PE001 | Fachada | 17,89 | 0,21 | Usuario |
| P02_E01_PE002 | Fachada | 18,67 | 0,21 | Usuario |
| P02_E02_PE001 | Fachada | 23,04 | 0,21 | Usuario |
| P02_E02_PE002 | Fachada | 38,30 | 0,21 | Usuario |
| P02_E02_PE003 | Fachada | 24,83 | 0,21 | Usuario |
| P02_E03_PE001 | Fachada | 15,43 | 0,21 | Usuario |
| P02_E03_PE002 | Fachada | 12,73 | 0,21 | Usuario |
| P02_E04_PE001 | Fachada | 18,29 | 0,21 | Usuario |
| P02_E06_PE001 | Fachada | 27,95 | 0,21 | Usuario |
| P02_E07_PE001 | Fachada | 17,61 | 0,21 | Usuario |
| P02_E07_PE002 | Fachada | 12,77 | 0,21 | Usuario |
| P02_E10_PE001 | Fachada | 18,69 | 0,21 | Usuario |
| P02_E10_PE002 | Fachada | 17,75 | 0,21 | Usuario |
| P02_E11_PE001 | Fachada | 19,24 | 0,21 | Usuario |
| P02_E11_PE002 | Fachada | 20,24 | 0,21 | Usuario |
| P02_E12_PE001 | Fachada | 22,26 | 0,21 | Usuario |
| P02_E13_PE001 | Fachada | 28,72 | 0,21 | Usuario |
| P02_E14_PE001 | Fachada | 2,36 | 0,21 | Usuario |
| P02_E14_PE002 | Fachada | 13,43 | 0,21 | Usuario |
| P02_E14_PE003 | Fachada | 31,79 | 0,21 | Usuario |
| P02_E14_PE004 | Fachada | 13,42 | 0,21 | Usuario |
| P02_E14_PE005 | Fachada | 29,71 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE001 | Fachada | 13,42 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE002 | Fachada | 31,79 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE003 | Fachada | 13,40 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE004 | Fachada | 9,39 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE005 | Fachada | 8,69 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE006 | Fachada | 9,55 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE007 | Fachada | 13,46 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE008 | Fachada | 18,76 | 0,21 | Usuario |
| P02_E15_PE009 | Fachada | 29,71 | 0,21 | Usuario |
| P03_E01_PE001 | Fachada | 48,03 | 0,21 | Usuario |
| P03_E01_PE002 | Fachada | 45,97 | 0,21 | Usuario |
| P03_E02_PE001 | Fachada | 28,19 | 0,21 | Usuario |
| P03_E03_PE001 | Fachada | 30,31 | 0,21 | Usuario |
| P03_E04_PE001 | Fachada | 26,14 | 0,21 | Usuario |
| P03_E05_PE001 | Fachada | 27,68 | 0,21 | Usuario |
| P03_E06_PE001 | Fachada | 41,04 | 0,21 | Usuario |
| P03_E07_PE001 | Fachada | 41,02 | 0,21 | Usuario |
| P03_E08_PE001 | Fachada | 28,17 | 0,21 | Usuario |
| P03_E09_PE001 | Fachada | 27,70 | 0,21 | Usuario |
| P03_E10_PE001 | Fachada | 28,25 | 0,21 | Usuario |
| P03_E11_PE001 | Fachada | 28,22 | 0,21 | Usuario |

| | | | | |
|---------------|----------|-------|------|---------|
| P03_E12_PE001 | Fachada | 50,08 | 0,21 | Usuario |
| P03_E12_PE002 | Fachada | 52,70 | 0,21 | Usuario |
| P03_E13_PE001 | Fachada | 48,07 | 0,21 | Usuario |
| P03_E13_PE002 | Fachada | 45,91 | 0,21 | Usuario |
| P03_E14_PE001 | Fachada | 28,25 | 0,21 | Usuario |
| P03_E15_PE001 | Fachada | 30,32 | 0,21 | Usuario |
| P03_E17_PE001 | Fachada | 47,02 | 0,21 | Usuario |
| P03_E18_PE001 | Fachada | 40,50 | 0,21 | Usuario |
| P03_E18_PE002 | Fachada | 33,41 | 0,21 | Usuario |
| P03_E19_PE001 | Fachada | 45,25 | 0,21 | Usuario |
| P03_E19_PE002 | Fachada | 32,53 | 0,21 | Usuario |
| P03_E22_PE001 | Fachada | 48,09 | 0,21 | Usuario |
| P03_E22_PE002 | Fachada | 45,61 | 0,21 | Usuario |
| P03_E23_PE001 | Fachada | 77,99 | 0,21 | Usuario |
| P03_E23_PE002 | Fachada | 22,02 | 0,21 | Usuario |
| P03_E23_PE003 | Fachada | 33,01 | 0,21 | Usuario |
| P03_E23_PE004 | Fachada | 78,94 | 0,21 | Usuario |
| P03_E23_PE005 | Fachada | 33,01 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE001 | Fachada | 32,92 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE002 | Fachada | 78,94 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE003 | Fachada | 32,92 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE004 | Fachada | 21,83 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE005 | Fachada | 25,06 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE006 | Fachada | 35,33 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE007 | Fachada | 49,25 | 0,21 | Usuario |
| P03_E24_PE008 | Fachada | 77,98 | 0,21 | Usuario |
| P04_E01_PE001 | Fachada | 16,01 | 0,21 | Usuario |
| P04_E01_PE002 | Fachada | 15,32 | 0,21 | Usuario |
| P04_E01_FE001 | Cubierta | 27,25 | 0,21 | Usuario |
| P04_E02_PE001 | Fachada | 9,40 | 0,21 | Usuario |
| P04_E02_FE024 | Cubierta | 18,26 | 0,21 | Usuario |
| P04_E03_PE001 | Fachada | 10,10 | 0,21 | Usuario |
| P04_E03_FE023 | Cubierta | 19,37 | 0,21 | Usuario |
| P04_E04_PE001 | Fachada | 8,71 | 0,21 | Usuario |
| P04_E04_FE022 | Cubierta | 17,26 | 0,21 | Usuario |
| P04_E05_PE001 | Fachada | 9,23 | 0,21 | Usuario |
| P04_E05_FE021 | Cubierta | 17,99 | 0,21 | Usuario |
| P04_E06_PE001 | Fachada | 13,68 | 0,21 | Usuario |
| P04_E06_FE020 | Cubierta | 24,80 | 0,21 | Usuario |
| P04_E07_PE001 | Fachada | 13,67 | 0,21 | Usuario |
| P04_E07_FE019 | Cubierta | 24,84 | 0,21 | Usuario |
| P04_E08_PE001 | Fachada | 9,39 | 0,21 | Usuario |
| P04_E08_FE018 | Cubierta | 18,27 | 0,21 | Usuario |
| P04_E09_PE001 | Fachada | 9,23 | 0,21 | Usuario |
| P04_E09_FE017 | Cubierta | 18,05 | 0,21 | Usuario |
| P04_E10_PE001 | Fachada | 9,42 | 0,21 | Usuario |
| P04_E10_FE016 | Cubierta | 18,33 | 0,21 | Usuario |
| P04_E11_PE001 | Fachada | 9,41 | 0,21 | Usuario |
| P04_E11_FE015 | Cubierta | 18,31 | 0,21 | Usuario |
| P04_E12_PE001 | Fachada | 16,69 | 0,21 | Usuario |
| P04_E12_PE002 | Fachada | 17,57 | 0,21 | Usuario |
| P04_E12_FE014 | Cubierta | 27,14 | 0,21 | Usuario |
| P04_E13_PE001 | Fachada | 16,02 | 0,21 | Usuario |
| P04_E13_PE002 | Fachada | 15,30 | 0,21 | Usuario |

| | | | | |
|---------------|----------|--------|------|---------|
| P04_E13_FE003 | Cubierta | 27,30 | 0,21 | Usuario |
| P04_E14_PE001 | Fachada | 9,42 | 0,21 | Usuario |
| P04_E14_FE004 | Cubierta | 18,28 | 0,21 | Usuario |
| P04_E15_PE001 | Fachada | 10,11 | 0,21 | Usuario |
| P04_E15_FE005 | Cubierta | 19,37 | 0,21 | Usuario |
| P04_E16_FE006 | Cubierta | 20,54 | 0,21 | Usuario |
| P04_E17_PE001 | Fachada | 15,67 | 0,21 | Usuario |
| P04_E17_FE007 | Cubierta | 20,17 | 0,21 | Usuario |
| P04_E18_PE001 | Fachada | 13,50 | 0,21 | Usuario |
| P04_E18_PE002 | Fachada | 11,14 | 0,21 | Usuario |
| P04_E18_FE008 | Cubierta | 12,29 | 0,21 | Usuario |
| P04_E19_PE001 | Fachada | 15,08 | 0,21 | Usuario |
| P04_E19_PE002 | Fachada | 10,84 | 0,21 | Usuario |
| P04_E19_FE010 | Cubierta | 19,46 | 0,21 | Usuario |
| P04_E20_FE011 | Cubierta | 12,08 | 0,21 | Usuario |
| P04_E21_FE012 | Cubierta | 21,37 | 0,21 | Usuario |
| P04_E22_PE001 | Fachada | 16,03 | 0,21 | Usuario |
| P04_E22_PE002 | Fachada | 15,20 | 0,21 | Usuario |
| P04_E22_FE013 | Cubierta | 27,15 | 0,21 | Usuario |
| P04_E23_PE001 | Fachada | 26,00 | 0,21 | Usuario |
| P04_E23_PE002 | Fachada | 7,34 | 0,21 | Usuario |
| P04_E23_PE003 | Fachada | 11,00 | 0,21 | Usuario |
| P04_E23_PE004 | Fachada | 26,31 | 0,21 | Usuario |
| P04_E23_PE005 | Fachada | 11,00 | 0,21 | Usuario |
| P04_E23_FE002 | Cubierta | 115,97 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE001 | Fachada | 10,97 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE002 | Fachada | 26,31 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE003 | Fachada | 10,97 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE004 | Fachada | 7,28 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE005 | Fachada | 8,35 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE006 | Fachada | 11,78 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE007 | Fachada | 16,42 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_PE008 | Fachada | 25,99 | 0,21 | Usuario |
| P04_E24_FE009 | Cubierta | 169,13 | 0,21 | Usuario |

Huecos y lucernarios

| Nombre | Tipo | Superficie (m ²) | Transmitancia (W/m ² K) | Factor Solar | Modo de obtención transmitancia | Modo de obtención factor solar |
|---------|-------|------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|
| VENTANA | Hueco | 63,00 | 1,99 | 0,48 | Usuario | Usuario |
| VENTANA | Hueco | 126,00 | 1,99 | 0,48 | Usuario | Usuario |
| VENTANA | Hueco | 70,13 | 1,99 | 0,48 | Usuario | Usuario |
| VENTANA | Hueco | 78,00 | 1,99 | 0,48 | Usuario | Usuario |
| PUERTA | Hueco | 6,88 | 1,99 | 0,48 | Usuario | Usuario |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| SIS1_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 63,00 | 252,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |

Generadores de calefacción

| | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------|--------|------------------------|---------|
| SIS2_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 150,00 | 262,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS3_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 75,00 | 288,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS4_EQ2_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 75,00 | 271,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| TOTALES | | 363,00 | | | |

Generadores de refrigeración

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| SIS1_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 56,00 | 392,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS2_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 134,00 | 477,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS3_EQ1_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 67,00 | 935,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS4_EQ2_EQ_ED_UnidadExterior-Defecto | Unidad exterior en expansión directa | 67,00 | 706,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| TOTALES | | 324,00 | | | |

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| | |
|---|--------|
| Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día) | 886,00 |
|---|--------|

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|--|------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| SIS1_EQ1_EQ_Caldera-Condensacion-Defecto | Caldera eléctrica o de combustible | 120,00 | 95,00 | GasNatural | Usuario |

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

| Nombre del espacio | Potencia instalada (W/m ²) | VEEI (W/m ² 100lux) | Iluminancia media (lux) |
|--------------------|--|--------------------------------|-------------------------|
| P01_E01 | 2,32 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E02 | 2,32 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E03 | 2,34 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E04 | 2,22 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E05 | 2,34 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E06 | 2,22 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E07 | 2,62 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E08 | 1,36 | 1,00 | 66,67 |
| P01_E09 | 2,34 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E10 | 2,17 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E11 | 2,11 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E13 | 2,17 | 1,00 | 22,22 |
| P01_E14 | 1,16 | 1,10 | 73,33 |
| P02_E01 | 5,57 | 1,00 | 22,22 |
| P02_E02 | 3,34 | 1,10 | 24,44 |
| P02_E04 | 5,40 | 1,00 | 22,22 |
| P02_E05 | 6,00 | 1,00 | 22,22 |
| P02_E06 | 3,36 | 1,10 | 24,44 |
| P02_E07 | 5,33 | 1,00 | 22,22 |
| P02_E08 | 1,36 | 1,00 | 66,67 |
| P02_E09 | 6,00 | 1,00 | 22,22 |

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

| | | | |
|---------|------|------|-------|
| P02_E10 | 5,66 | 1,00 | 22,22 |
| P02_E11 | 2,26 | 1,10 | 73,33 |
| P02_E12 | 5,67 | 1,00 | 22,22 |
| P02_E13 | 5,25 | 1,00 | 22,22 |
| P02_E14 | 1,29 | 1,10 | 73,33 |
| P02_E15 | 1,25 | 1,10 | 73,33 |
| P03_E01 | 5,66 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E02 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E03 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E04 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E05 | 5,88 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E06 | 5,29 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E07 | 5,29 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E08 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E09 | 5,88 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E10 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E11 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E12 | 2,26 | 1,10 | 73,33 |
| P03_E13 | 5,66 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E14 | 5,80 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E15 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E16 | 5,96 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E17 | 5,44 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E19 | 5,33 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E20 | 1,36 | 1,00 | 66,67 |
| P03_E21 | 5,96 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E22 | 5,66 | 1,00 | 22,22 |
| P03_E23 | 1,29 | 1,10 | 73,33 |
| P03_E24 | 1,24 | 1,10 | 73,33 |
| P04_E01 | 5,66 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E02 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E03 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E04 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E05 | 5,89 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E06 | 5,29 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E07 | 5,29 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E08 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E09 | 5,89 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E10 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E11 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E12 | 2,26 | 1,10 | 73,33 |
| P04_E13 | 5,66 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E14 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E15 | 5,79 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E16 | 5,96 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E17 | 5,44 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E19 | 5,33 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E20 | 1,36 | 1,00 | 66,67 |
| P04_E21 | 5,97 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E22 | 5,66 | 1,00 | 22,22 |
| P04_E23 | 1,29 | 1,10 | 73,33 |
| P04_E24 | 1,25 | 1,10 | 73,33 |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

| Espacio | Superficie (m ²) | Perfil de uso |
|---------|------------------------------|-------------------------|
| P01_E01 | 37,67 | noresidencial-12h-media |
| P01_E02 | 37,61 | noresidencial-12h-media |
| P01_E03 | 34,20 | noresidencial-12h-media |
| P01_E04 | 52,63 | noresidencial-12h-media |
| P01_E05 | 53,64 | noresidencial-12h-media |
| P01_E06 | 77,49 | noresidencial-12h-media |
| P01_E07 | 19,46 | noresidencial-12h-media |
| P01_E08 | 12,08 | noresidencial-8h-baja |
| P01_E09 | 35,34 | noresidencial-12h-media |
| P01_E10 | 68,76 | noresidencial-12h-media |
| P01_E11 | 54,93 | noresidencial-12h-media |
| P01_E12 | 12,29 | perfileusuario |
| P01_E13 | 69,19 | noresidencial-12h-media |
| P01_E14 | 273,95 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E01 | 27,25 | noresidencial-12h-media |
| P02_E02 | 137,47 | noresidencial-12h-media |
| P02_E03 | 12,29 | perfileusuario |
| P02_E04 | 20,17 | noresidencial-12h-media |
| P02_E05 | 20,54 | noresidencial-12h-media |
| P02_E06 | 47,67 | noresidencial-12h-media |
| P02_E07 | 19,46 | noresidencial-12h-media |
| P02_E08 | 12,08 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E09 | 21,37 | noresidencial-12h-media |
| P02_E10 | 27,15 | noresidencial-12h-media |
| P02_E11 | 27,14 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E12 | 36,63 | noresidencial-12h-media |
| P02_E13 | 48,76 | noresidencial-12h-media |
| P02_E14 | 93,37 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E15 | 181,60 | noresidencial-8h-baja |
| P03_E01 | 81,75 | noresidencial-12h-media |
| P03_E02 | 54,78 | noresidencial-12h-media |
| P03_E03 | 58,11 | noresidencial-12h-media |
| P03_E04 | 51,79 | noresidencial-12h-media |
| P03_E05 | 53,97 | noresidencial-12h-media |
| P03_E06 | 74,40 | noresidencial-12h-media |
| P03_E07 | 74,50 | noresidencial-12h-media |
| P03_E08 | 54,80 | noresidencial-12h-media |
| P03_E09 | 54,14 | noresidencial-12h-media |
| P03_E10 | 54,98 | noresidencial-12h-media |
| P03_E11 | 54,92 | noresidencial-12h-media |
| P03_E12 | 81,43 | noresidencial-8h-baja |
| P03_E13 | 81,89 | noresidencial-12h-media |
| P03_E14 | 54,84 | noresidencial-12h-media |
| P03_E15 | 58,11 | noresidencial-12h-media |
| P03_E16 | 61,62 | noresidencial-12h-media |
| P03_E17 | 60,50 | noresidencial-12h-media |
| P03_E18 | 36,88 | perfileusuario |
| P03_E19 | 58,37 | noresidencial-12h-media |
| P03_E20 | 36,24 | noresidencial-8h-baja |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

| Espacio | Superficie (m ²) | Perfil de uso |
|---------|------------------------------|-------------------------|
| P03_E21 | 64,10 | noresidencial-12h-media |
| P03_E22 | 81,46 | noresidencial-12h-media |
| P03_E23 | 347,91 | noresidencial-8h-baja |
| P03_E24 | 507,38 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E01 | 27,25 | noresidencial-12h-media |
| P04_E02 | 18,26 | noresidencial-12h-media |
| P04_E03 | 19,37 | noresidencial-12h-media |
| P04_E04 | 17,26 | noresidencial-12h-media |
| P04_E05 | 17,99 | noresidencial-12h-media |
| P04_E06 | 24,80 | noresidencial-12h-media |
| P04_E07 | 24,83 | noresidencial-12h-media |
| P04_E08 | 18,27 | noresidencial-12h-media |
| P04_E09 | 18,05 | noresidencial-12h-media |
| P04_E10 | 18,33 | noresidencial-12h-media |
| P04_E11 | 18,31 | noresidencial-12h-media |
| P04_E12 | 27,14 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E13 | 27,30 | noresidencial-12h-media |
| P04_E14 | 18,28 | noresidencial-12h-media |
| P04_E15 | 19,37 | noresidencial-12h-media |
| P04_E16 | 20,54 | noresidencial-12h-media |
| P04_E17 | 20,17 | noresidencial-12h-media |
| P04_E18 | 12,29 | perfildeusuario |
| P04_E19 | 19,46 | noresidencial-12h-media |
| P04_E20 | 12,08 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E21 | 21,37 | noresidencial-12h-media |
| P04_E22 | 27,15 | noresidencial-12h-media |
| P04_E23 | 115,97 | noresidencial-8h-baja |
| P04_E24 | 169,13 | noresidencial-8h-baja |

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

| Nombre | Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%) | | | Demanda de ACS cubierta (%) |
|-----------------------|---|---------------|----------|-----------------------------|
| | Calefacción | Refrigeración | ACS | |
| Sistema solar térmico | - | - | - | 70,00 |
| TOTALES | 0 | 0 | 0 | 70,00 |

Eléctrica

| Nombre | Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año) |
|---|--|
| Fotovoltaica insitu-Fotovoltaica insitu | 95872,30 |
| TOTALES | 95872,3 |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|----------------|----|-----|-------------------------|
| Zona climática | D3 | Uso | Certificación Existente |
|----------------|----|-----|-------------------------|

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|---|---|---|--|
| | 8,97 A | | CALEFACCIÓN | |
| | <i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i> | A | <i>ACS</i> | |
| | 6,30 | | <i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i> | |
| | | | 0,32 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i> | <i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i> | A | <i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i> | |
| | 1,06 | | 1,28 | |

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

| | kgCO ₂ /m ² .año | kgCO ₂ /año |
|--|--|------------------------|
| <i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i> | 5,80 | 25682,72 |
| <i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i> | 27,88 | 123509,03 |

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 | | | |
|---|---|---|---|--|
| | 52,55 A | | CALEFACCIÓN | |
| | <i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i> | A | <i>ACS</i> | |
| | 37,17 | | <i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i> | |
| | | | 1,51 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i> | <i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i> | A | <i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i> | |
| | 6,28 | | 7,59 | |

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN | | |
|------------------------|--------------------------|--|--|
| | | | |
| | | 51,49 C | 35,72 C |
| | | <i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i> | <i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i> |

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

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año) | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año) |
|---|---|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><80.58 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">80.58-130. B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">130.93-201.4 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">201.44-261.87 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">261.87-322.30 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">322.30-402.88 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>402.88 G</div> </div> | <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><17.59 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">17.59-28.5 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">28.59-43.98 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">43.98-57.18 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">57.18-70.37 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">70.37-87.97 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>87.97 G</div> </div> |

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año) | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año) |
|---|---|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><29.47 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">29.47-47.8 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">47.88-73.67 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">73.67-95.77 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">95.77-117.87 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">117.87-147.34 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>147.34 G</div> </div> | <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><20.02 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">20.02-32.5 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">32.53-50.05 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">50.05-65.06 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">65.06-80.07 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">80.07-100.09 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>100.09 G</div> </div> |

ANÁLISIS TÉCNICO

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

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

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

Coste estimado de la medida

Otros datos de interés

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.

| | |
|--|----------|
| Fecha de realización de la visita del técnico certificador | 27/01/21 |
|--|----------|

ANEXO IV:

Presupuesto

Cuadro de descompuestos

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--|-------------|---|--------|----------|---------------|
| CAPÍTULO C01 Actuaciones previas y desmontajes | | | | | |
| PA001 | UD | Desmontaje de hoja de carpintería exterior Desmontaje de hoja de carpintería acristalada de aluminio de cualquier tipo situada en fachada, de menos de 3 m ² de superficie, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que está sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor. | | | |
| MO001 | 0.564 h | Peón ordinario construcción | 17.67 | 9.97 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 10.00 | 0.20 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 10.17 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS | | | | | |
| PA002 | M2 | Demolición de pavimento cerámico Demolición de pavimento existente en el interior del edificio, de baldosas cerámicas, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre adherido al soporte, pero no incluye la demolición de la base soporte. | | | |
| MO002 | 0.277 h | Peón especializado construcción | 17.97 | 4.98 | |
| MO001 | 0.338 h | Peón ordinario construcción | 17.67 | 5.97 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 11.00 | 0.22 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 11.17 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS | | | | | |
| PA003 | M2 | Demolición de base de pavimento Demolición de base de pavimento de mortero existente en el interior del edificio, de hasta 8 cm de espesor, con martillo neumático, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, y carga manual sobre camión o contenedor. | | | |
| MQ001 | 0.224 h | Martillo neumático | 4.08 | 0.91 | |
| MQ002 | 0.112 h | Compresor portátil eléctrico 2 m ³ /min de caudal | 3.81 | 0.43 | |
| MO002 | 0.238 h | Peón especializado construcción | 17.97 | 4.28 | |
| MO001 | 0.387 h | Peón ordinario construcción | 17.67 | 6.84 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 12.50 | 0.25 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 12.17 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS | | | | | |
| PA004 | UD | Desmontaje de caldera Desmontaje de caldera a gas y sus componentes, de 200 kW de potencia calorífica máxima, con medios manuales y mecánicos, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje del material de sujeción, de los accesorios y de las piezas especiales y la obturación de las conducciones conectadas al elemento. | | | |
| MQ003 | 2.318 h | Camión con grúa de hasta 6t | 49.45 | 114.63 | |
| MO003 | 2.444 h | Oficial 1º calefactor | 19.42 | 47.46 | |
| MO004 | 2.444 h | Ayudante calefactor | 17.86 | 43.65 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 205.70 | 4.11 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 209.85 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NUEVE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS | | | | | |
| PA005 | UD | Desmontaje de unidad interior de aire acondicionado Desmontaje de unidad interior de sistema de aire acondicionado, de pared, de 50 kg de peso máximo, con medios manuales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento. | | | |
| MO003 | 1.955 h | Oficial 1º calefactor | 19.42 | 37.97 | |
| MO004 | 1.955 h | Ayudante calefactor | 17.86 | 34.92 | |
| MO001 | 0.611 h | Peón ordinario construcción | 17.67 | 10.80 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 83.70 | 1.67 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 85.36 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | |

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------|-------------|---|--------|----------|---------|
| PA006 | UD | Desmontaje de unidad exterior de aire acondicionado Desmontaje de unidad exterior de sistema de aire acondicionado, de 50 kg de peso máximo, con medios manuales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento. | | | |
| MO003 | 2.200 h | Oficial 1º calefactor | 19.42 | 42.72 | |
| MO004 | 2.200 h | Ayudante calefactor | 17.86 | 39.29 | |
| MO001 | 0.611 h | Peón ordinario construcción | 17.67 | 10.80 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 92.80 | 1.86 | |

TOTAL PARTIDA 94.67

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

| | | | | | |
|-------|---------|---|-------|------|--|
| PA007 | UD | Desmontaje de luminaria Desmontaje de luminaria interior situada a menos de 3 m de altura, suspendida con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que pueda estar sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor. | | | |
| MO005 | 0.099 h | Oficial 1º electricista | 19.42 | 1.92 | |
| MO006 | 0.099 h | Ayudante electricista | 17.86 | 1.77 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 3.70 | 0.07 | |

TOTAL PARTIDA 3.76

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--|-----------|----|---|--------|----------|--------------|
| CAPÍTULO C02 Mejoras en la envolvente | | | | | | |
| PA008 | M2 | | Trasdosado directo interior Rehabilitación energética de fachadas y particiones mediante el sistema "ROCKWOOL" de aislamiento termoacústico y trasdosado directo, colocado en particiones interiores y por el interior de cerramientos verticales, formado por placas de yeso laminado - [(10+100) (LR) Labelrock "ROCKWOOL", con aislamiento de lana de roca, de 30 mm de espesor, incorporado a la placa, recibida con pasta de agarre sobre el paramento vertical; y dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, (rendimiento: 0,1 l/m ² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares y las ayudas de albañilería para instalaciones. | | | |
| MA001 | 1.050 | M2 | Placa de yeso con panel de lana de roca | 43.29 | 45.45 | |
| MA002 | 3.500 | KG | Pasta de agarre | 0.51 | 1.79 | |
| MA003 | 0.300 | KG | Pasta de juntas | 1.10 | 0.33 | |
| MA004 | 1.600 | M | Cinta microperforada de papel | 0.04 | 0.06 | |
| MA005 | 0.125 | L | Imprimación | 2.68 | 0.34 | |
| MA006 | 0.200 | L | Pintura plástica | 4.44 | 0.89 | |
| MO007 | 0.306 | h | Oficial 1ª montador de prefabricados interiores | 19.42 | 5.94 | |
| MO008 | 0.109 | h | Ayudante montador de prefabricados interiores | 17.90 | 1.95 | |
| MO009 | 0.164 | h | Oficial 1ª pintor | 18.89 | 3.10 | |
| MO010 | 0.020 | h | Ayudante pintor | 17.90 | 0.36 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 60.20 | 1.20 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 61.41 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|----------------------------|-----------|----|---|-------|-------|--------------|
| PA009 | M2 | | Rehabilitación cubierta por el interior Rehabilitación energética de forjado plano. Sistema "ROCKWOOL". AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO: panel semirrígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", según UNE-EN 13162, no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,35 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), fijado mecánicamente; FALSO TECHO: falso techo continuo adosado liso (12,5+27+27), constituido por: estructura metálica de acero galvanizado de maestras primarias 60/27 mm con una modulación de 1000 mm y fijadas al forjado o elemento soporte con anclajes directos cada 900 mm, y maestras secundarias fijadas perpendicularmente a las primarias con conectores tipo caballete con una modulación de 500 mm y una capa de placas de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / con los bordes longitudinales afinados; REVESTIMIENTO: dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, (rendimiento: 0,1 l/m ² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa. Incluso fijaciones, tornillería, banda autoadhesiva desolidarizante y accesorios de montaje. | | | |
| MA007 | 1.050 | M2 | Panel de lana de roca | 13.85 | 14.54 | |
| MA008 | 3.000 | UD | Taco de expansión y clavo | 0.08 | 0.24 | |
| MA009 | 0.400 | M | Perfil en U, de acero galvanizado, de 30 mm | 0.65 | 0.26 | |
| MA010 | 2.000 | UD | Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27 | 0.06 | 0.12 | |
| MA011 | 1.200 | UD | Anclaje directo de 125 mm para maestra 60/27 | 0.54 | 0.65 | |
| MA017 | 3.200 | M | Maestra 60/27 chapa de acero galvanizado de ancho 60 mm | 0.63 | 2.02 | |
| MA012 | 0.600 | UD | Conector para maestra 60/27 | 0.17 | 0.10 | |
| MA013 | 2.300 | UD | Conector tipo caballete para maestra 60/27 | 0.26 | 0.60 | |
| MA014 | 1.000 | M2 | Placa de yeso laminado | 3.93 | 3.93 | |
| MA015 | 17.000 | UD | Tornillo autoperforante 3.5x25 mm | 0.01 | 0.17 | |
| MA016 | 0.400 | M | Banda autoadhesiva desolidarizante | 0.24 | 0.10 | |
| MA003 | 0.300 | KG | Pasta de juntas | 1.10 | 0.33 | |
| MA004 | 0.450 | M | Cinta microperforada de papel | 0.04 | 0.02 | |
| MA005 | 0.125 | L | Imprimación | 2.68 | 0.34 | |
| MA006 | 0.200 | L | Pintura plástica | 4.44 | 0.89 | |
| MO011 | 0.283 | h | Oficial 1ª montador | 19.42 | 5.50 | |
| MO012 | 0.105 | h | Ayudante montador | 17.90 | 1.88 | |
| MO009 | 0.164 | h | Oficial 1ª pintor | 18.89 | 3.10 | |
| MO010 | 0.020 | h | Ayudante pintor | 17.90 | 0.36 | |
| MO013 | 0.109 | h | Oficial 1ª montador de aislamientos | 19.42 | 2.12 | |
| MO014 | 0.109 | h | Ayudante montador de aislamientos | 17.90 | 1.95 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 39.20 | 0.78 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 40.00 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------|----------|----|--|--------|----------|---------|
| PA010 | | UD | Ventana exterior de PVC estándar Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1500x1700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico: galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, con premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. | | | |
| MA018 | 1.000 | UD | Ventana de PVC 1500x1700 mm | 278.52 | 278.52 | |
| MA019 | 6.400 | M | Premarco de aluminio | 2.20 | 14.08 | |
| MA020 | 2.678 | M2 | Persiana enrollable de lamas de PVC | 56.65 | 151.71 | |
| MA021 | 1.088 | UD | Cartucho sellador monocomponente | 5.29 | 5.76 | |
| MA022 | 1.088 | UD | Cartucho de silicona neutra oximica | 4.73 | 5.15 | |
| MO015 | 1.843 | h | Oficial 1º cerrajero | 19.14 | 35.28 | |
| MO016 | 1.346 | h | Ayudante cerrajero | 17.94 | 24.15 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 514.70 | 10.29 | |

TOTAL PARTIDA 524.94

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENOS VEINTICUATRO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|-------|-------|----|---|--------|--------|--|
| PA011 | | UD | Ventana exterior de PVC baños Ventana de PVC, una hoja abatible con apertura hacia el interior, dimensiones 1500x700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico: galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. | | | |
| MA023 | 1.000 | UD | Ventana de PVC 1500x700 mm | 141.48 | 141.48 | |
| MA024 | 4.400 | M | Premarco de aluminio | 2.20 | 9.68 | |
| MA025 | 1.103 | M2 | Persiana enrollable de lamas de PVC | 56.65 | 62.48 | |
| MA021 | 0.748 | UD | Cartucho sellador monocomponente | 5.29 | 3.96 | |
| MA022 | 0.748 | UD | Cartucho de silicona neutra oximica | 4.73 | 3.54 | |
| MO015 | 1.705 | h | Oficial 1º cerrajero | 19.14 | 32.63 | |
| MO016 | 1.163 | h | Ayudante cerrajero | 17.94 | 20.86 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 274.60 | 5.49 | |

TOTAL PARTIDA 280.12

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA EUROS con DOCE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|-----------|---|--------|----------|---------|
| PA012 | | UD | Ventana exterior de PVC patio Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1500x2000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, con premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. | | | |
| MA026 | 1.000 | UD | Ventana de PVC 1500x2000 mm | 299.40 | 299.40 | |
| MA027 | 7.000 | M | Premarco de aluminio | 2.20 | 15.40 | |
| MA028 | 3.150 | M2 | Persiana enrollable de lamas de PVC | 56.65 | 178.45 | |
| MA021 | 1.190 | UD | Cartucho sellador monocomponente | 5.29 | 6.30 | |
| MA022 | 1.190 | UD | Cartucho de silicona neutra oximica | 4.73 | 5.63 | |
| MO015 | 1.884 | h | Oficial 1º cerrajero | 19.14 | 36.06 | |
| MO016 | 1.402 | h | Ayudante cerrajero | 17.94 | 25.15 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 566.40 | 11.33 | |

TOTAL PARTIDA **577.72**

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|--------------|-------|-----------|---|--------|--------|--|
| PA013 | | UD | Puerta exterior de PVC Puerta de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior y fijo lateral, dimensiones 2400x2400 mm, anchura del fijo 400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, según UNE-EN 14351-1. | | | |
| MA029 | 1.000 | UD | Puerta de PVC 2400x400 mm | 563.01 | 563.01 | |
| MA030 | 9.600 | M | Premarco de aluminio | 2.20 | 21.12 | |
| MA021 | 1.496 | UD | Cartucho sellador monocomponente | 5.29 | 7.91 | |
| MA022 | 1.496 | UD | Cartucho de silicona neutra oximica | 4.73 | 7.08 | |
| MO015 | 2.049 | h | Oficial 1º cerrajero | 19.14 | 39.22 | |
| MO016 | 1.634 | h | Ayudante cerrajero | 17.94 | 29.31 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 667.70 | 13.35 | |

TOTAL PARTIDA **681.00**

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS

| | | | | | | |
|--------------|-------|-----------|--|--------|--------|--|
| PA014 | | M2 | Doble acristalamiento estándar Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 2 y 3 m ² ; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 2 y 3 m ² . | | | |
| MA031 | 1.006 | M2 | Doble acristalamiento entre 2 y 3 m2 | 111.66 | 112.33 | |
| MA032 | 0.580 | UD | Cartucho silicona neutra | 5.77 | 3.35 | |
| MA033 | 1.000 | UD | Material auxiliar para la colocación de vidrios | 1.26 | 1.26 | |
| MO017 | 0.387 | h | Oficial 1º cristalero | 20.13 | 7.79 | |
| MO018 | 0.387 | h | Ayudante cristalero | 19.07 | 7.38 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 132.10 | 2.64 | |

TOTAL PARTIDA **134.75**

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|--------------|--|-----------|---|--|--|--|
| PA015 | | M2 | Doble acristalamiento baños Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m ² ; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m ² . | | | |
|--------------|--|-----------|---|--|--|--|

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|-------------|---|--------|----------|---------------|
| MA034 | 1.006 M2 | Doble acristalamiento menor de 2 m2 | 109.87 | 110.53 | |
| MA032 | 0.580 UD | Cartucho silicona neutra | 5.77 | 3.35 | |
| MA033 | 1.000 UD | Material auxiliar para la colocación de vidrios | 1.26 | 1.26 | |
| MO017 | 0.387 h | Oficial 1ª cristalero | 20.13 | 7.79 | |
| MO018 | 0.387 h | Ayudante cristalero | 19.07 | 7.38 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 130.30 | 2.61 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 132.92 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|-------------|---|--------|----------|---------------|
| PA016 | M2 | Doble acristalamiento patio Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m ² ; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m ² . | | | |
| MA035 | 1.006 M2 | Doble acristalamiento entre 3 y 4 m2 | 112.77 | 113.45 | |
| MA032 | 0.580 UD | Cartucho silicona neutra | 5.77 | 3.35 | |
| MA033 | 1.000 UD | Material auxiliar para la colocación de vidrios | 1.26 | 1.26 | |
| MO017 | 0.387 h | Oficial 1ª cristalero | 20.13 | 7.79 | |
| MO018 | 0.387 h | Ayudante cristalero | 19.07 | 7.38 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 133.20 | 2.66 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 135.89 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|-------------|--|--------|----------|---------------|
| PA017 | M2 | Doble acristalamiento puerta Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 6 y 7 m ² ; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 6 y 7 m ² . | | | |
| MA036 | 1.006 M2 | Doble acristalamiento entre 6 y 7 m2 | 118.81 | 119.52 | |
| MA032 | 0.580 UD | Cartucho silicona neutra | 5.77 | 3.35 | |
| MA033 | 1.000 UD | Material auxiliar para la colocación de vidrios | 1.26 | 1.26 | |
| MO017 | 0.387 h | Oficial 1ª cristalero | 20.13 | 7.79 | |
| MO018 | 0.387 h | Ayudante cristalero | 19.07 | 7.38 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 139.30 | 2.79 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | 142.09 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y DOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------|-------------|--|--------|----------|---------|
| PA018 | M2 | Aislamiento térmico de suelo Rehabilitación energética de forjado, mediante el sistema "ROCKWOOL" de aislamiento térmico por la cara superior del pavimento existente, formado por panel rígido de lana de roca volcánica Rocksol -E- 2 525, "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; film de polietileno de baja densidad (LDPE) de 0,2 mm de espesor; capa de nivelación de 40 mm de espesor, de mortero autonivelante de cemento CT - C10 - F3 según UNE-EN 13813, vertido con mezcladora-bombeadora; y pavimento de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 40x40 cm, 8 €/m², capacidad de absorción de agua E<0,5%, grupo Bla, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris con doble encolado y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco, para juntas de hasta 3 mm. | | | |
| MA037 | 1.200 M2 | Panel rígido de lana de roca | 18.36 | 22.03 | |
| MA038 | 1.100 M2 | Barrera de vapor film LDPE | 0.60 | 0.66 | |
| MA039 | 0.250 M | Cinta autoadhesiva para sellado de juntas | 0.30 | 0.08 | |
| MA040 | 0.040 M3 | Mortero autonivelante | 92.15 | 3.69 | |
| MA041 | 6.000 KG | Adhesivo cementoso de fraguado normal | 0.35 | 2.10 | |
| MA042 | 1.050 M2 | Baldosa cerámica de gres porcelánico | 8.00 | 8.40 | |
| MA043 | 0.113 KG | Mortero de juntas cementoso | 1.62 | 0.18 | |
| MQ004 | 0.015 h | Mezcladora-bombeadora para morteros y yesos proyectados de 3m3/h | 7.96 | 0.12 | |
| MO019 | 0.087 h | Oficial 1ª construcción | 18.89 | 1.64 | |
| MO001 | 0.058 h | Peón ordinario construcción | 17.67 | 1.02 | |
| MO020 | 0.393 h | Oficial 1ª solador | 18.89 | 7.42 | |
| MO021 | 0.197 h | Ayudante solador | 17.90 | 3.53 | |
| MO013 | 0.109 h | Oficial 1º montador de aislamientos | 19.42 | 2.12 | |
| MO014 | 0.109 h | Ayudante montador de aislamientos | 17.90 | 1.95 | |
| %CDC | 2.000 % | Costes directos complementarios | 54.90 | 1.10 | |

TOTAL PARTIDA..... 56.04

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SEIS EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

| | | | | | |
|-------|---------|--|------|---------------------------|-------------|
| PA019 | M | Tratamiento de puentes térmicos | | | |
| OT001 | 1.000 M | Puentes térmicos TTL1 | 6.00 | 6.00 | |
| | | | | TOTAL PARTIDA..... | 6.00 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---|----------|-----------|--|----------|----------|-----------------|
| CAPÍTULO C03 Mejoras en las instalaciones | | | | | | |
| PA020 | | UD | Caldera a gas, colectiva, de condensación, de pie, aluminio | | | |
| | | | Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de fundición de aluminio, gran aislamiento térmico y quemador modulante de gas natural, potencia útil 120 kW, peso 205 kg, dimensiones 600x994x1400 mm, con cuadro de regulación, cámara de combustión estanca, construcción compacta, cuadro de mando para el control de la temperatura ambiental, sonda de temperatura exterior. Incluso válvula de seguridad, purgadores, pirostato y desagüe a sumidero para el vaciado de la caldera y el drenaje de la válvula de seguridad, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión. Totalmente montada, conexiónada y probada. | | | |
| MA044 | 1.000 | UD | Caldera de pie, de condensación, cuerpo de fundición de aluminio | 8,916.38 | 8,916.38 | |
| MA045 | 1.000 | UD | Cuadro de mando para control de temperatura ambiental | 231.08 | 231.08 | |
| MA046 | 1.000 | UD | Sonda de temperatura exterior | 14.63 | 14.63 | |
| MA047 | 10.000 | M | Tubo curvable de PVC | 0.26 | 2.60 | |
| MA048 | 20.000 | M | Cable unipolar ES07Z1-K, tensión asignada de 450/750 V | 0.41 | 8.20 | |
| MA049 | 1.000 | UD | Válvula de seguridad | 4.42 | 4.42 | |
| MA050 | 2.000 | UD | Purgador automático de aire | 6.92 | 13.84 | |
| MA051 | 1.000 | UD | Pirostato de rearme manual | 70.41 | 70.41 | |
| MA052 | 1.000 | UD | Desagüe a sumidero, para drenaje de la válvula de seguridad | 15.00 | 15.00 | |
| MA053 | 1.000 | UD | Puesta en marcha del quemador para gas | 150.00 | 150.00 | |
| MA054 | 1.000 | UD | Material auxiliar para instalaciones de calefacción | 1.68 | 1.68 | |
| MA055 | 1.000 | UD | Material auxiliar para instalaciones de fontanería | 1.40 | 1.40 | |
| MO022 | 4.120 | h | Oficial 1º calefactor | 19.56 | 80.59 | |
| MO023 | 4.120 | h | Ayudante calefactor | 18.01 | 74.20 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 9,584.40 | 191.69 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 9,776.12 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL SETECIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS | | | | | | |
| PA021 | | UD | Luminaria Pacific LED gen4 estanca fluorescente | | | |
| MA056 | 1.000 | UD | Luminaria estanca fluorescente | 32.00 | 32.00 | |
| MO005 | 0.400 | h | Oficial 1º electricista | 19.42 | 7.77 | |
| MO006 | 0.400 | h | Ayudante electricista | 17.86 | 7.14 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 46.90 | 0.94 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 47.85 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS | | | | | | |
| PA022 | | UD | Luminaria FlexBlend montaje en superficie | | | |
| MA057 | 1.000 | UD | Luminaria suspendida o adosada | 82.00 | 82.00 | |
| MO005 | 0.400 | h | Oficial 1º electricista | 19.42 | 7.77 | |
| MO006 | 0.400 | h | Ayudante electricista | 17.86 | 7.14 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 96.90 | 1.94 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 98.85 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS | | | | | | |
| PA023 | | UD | Luminaria LuxSpace empotrable | | | |
| MA058 | 1.000 | UD | Luminaria downlight | 26.00 | 26.00 | |
| MO005 | 0.400 | h | Oficial 1º electricista | 19.42 | 7.77 | |
| MO006 | 0.400 | h | Ayudante electricista | 17.86 | 7.14 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 40.90 | 0.82 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 41.73 |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UN EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS | | | | | | |

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------|----------|----|--|----------|----------|---------|
| PA024 | | UD | Captador solar térmico para instalación sobre cubierta plana Captador solar térmico formado por batería de 2 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, modelo auroTHERM VFK 145 V "VAILLANT", formado por panel en posición vertical, de 2033x1233x80 mm, superficie útil 2,35 m ² , rendimiento óptico 0,787, coeficiente de pérdidas primario 3,783 W/m ² K y coeficiente de pérdidas secundario 0,016 W/m ² K ² , según UNE-EN 12975-2, marco de aluminio anodizado color negro, absorbedor con tratamiento selectivo y cubierta protectora con vidrio de seguridad de 3,2 mm de espesor, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y fijación, conjunto de conexiones hidráulicas entre captadores solares térmicos, líquido de relleno para captador solar térmico, válvula de seguridad, purgador, válvulas de corte y demás accesorios. Totalmente montado, conexionado y probado. | | | |
| MA059 | 2.000 | UD | Captador solar térmico plano auroTHERM VFK 145V Vaillant | 670.00 | 1,340.00 | |
| MA060 | 1.000 | UD | Estructura soporte | 465.00 | 465.00 | |
| MA061 | 1.000 | UD | Kit de conexiones hidráulicas | 40.00 | 40.00 | |
| MA062 | 1.000 | UD | Purgador automático | 72.75 | 72.75 | |
| MA063 | 1.000 | UD | Válvula de seguridad | 38.80 | 38.80 | |
| MA064 | 1.000 | UD | Bidón de 10 L de fluido anticongelante | 40.00 | 40.00 | |
| MA066 | 1.000 | UD | Kit de conexiones hidráulicas para unión de captadores solares | 35.00 | 35.00 | |
| MA065 | 2.000 | UD | Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1" | 9.81 | 19.62 | |
| MO024 | 5.000 | h | Oficial 1ª instalador de captadores solares | 19.56 | 97.80 | |
| MO025 | 5.000 | h | Ayudante instalador de captadores solares | 18.01 | 90.05 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 2,239.00 | 44.78 | |

TOTAL PARTIDA **2,283.80**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|-------|-------|----|---|--------|--------|--|
| PA025 | | UD | Módulo solar fotovoltaico Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, modelo SI-ESF-M-M156-72-335W "SOLAR INNOVA", potencia máxima (Wp) 335 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38,6 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,68 A, tensión en circuito abierto (Voc) 47 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9,22 A, eficiencia 17,1%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 29 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. El precio no incluye la estructura soporte. | | | |
| MA067 | 1.000 | UD | Módulo solar fotovoltaico 335 Wp | 134.00 | 134.00 | |
| MO024 | 0.370 | h | Oficial 1ª instalador de captadores solares | 19.56 | 7.24 | |
| MO025 | 0.370 | h | Ayudante instalador de captadores solares | 18.01 | 6.66 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 147.90 | 2.96 | |

TOTAL PARTIDA **150.86**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|-------|-------|----|---|----------|----------|--|
| PA026 | | UD | Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ20A Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ20A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 2,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 2,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 20 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 30 W, presión sonora a velocidad baja 29 dBA, caudal de aire a velocidad alta 9,1 m ³ /min, de 290x795x266 mm (de perfil bajo), peso 12 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación. | | | |
| MA068 | 1.000 | UD | Unidad interior modelo FXAQ20A | 1,004.00 | 1,004.00 | |
| MA069 | 1.000 | UD | Juego de controlador remoto inalámbrico | 180.00 | 180.00 | |
| MO026 | 1.000 | h | Oficial 1ª instalador de climatización | 19.56 | 19.56 | |
| MO027 | 1.000 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 18.01 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 1,221.60 | 24.43 | |

TOTAL PARTIDA **1,246.00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|----------|----|--|----------|----------|-----------------|
| PA027 | | UD | Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ25A Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ25A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 2,8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 3,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 30 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 40 W, presión sonora a velocidad baja 29 dBA, caudal de aire a velocidad alta 9,4 m³/min, de 290x795x266 mm (de perfil bajo), peso 12 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación. | | | |
| MA070 | 1.000 | UD | Unidad interior modelo FXAQ25A | 1,032.00 | 1,032.00 | |
| MA069 | 1.000 | UD | Juego de controlador remoto inalámbrico | 180.00 | 180.00 | |
| MO026 | 1.000 | h | Oficial 1ª instalador de climatización | 19.56 | 19.56 | |
| MO027 | 1.000 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 18.01 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 1,249.60 | 24.99 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 1,274.56 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|----------------------------|-------|----|---|----------|----------|-----------------|
| PA028 | | UD | Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ32A Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ32A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 3,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 4 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 30 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 40 W, presión sonora a velocidad baja 29 dBA, caudal de aire a velocidad alta 9,8 m³/min, de 290x795x266 mm (de perfil bajo), peso 12 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación | | | |
| MA071 | 1.000 | UD | Unidad interior modelo FXAQ32A | 1,060.00 | 1,060.00 | |
| MA069 | 1.000 | UD | Juego de controlador remoto inalámbrico | 180.00 | 180.00 | |
| MO026 | 1.000 | h | Oficial 1ª instalador de climatización | 19.56 | 19.56 | |
| MO027 | 1.000 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 18.01 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 1,277.60 | 25.55 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 1,303.12 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS TRES EUROS con DOCE CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|----------------------------|-------|----|--|----------|----------|-----------------|
| PA029 | | UD | Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ40A Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ40A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 20 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 20 W, presión sonora a velocidad baja 34 dBA, caudal de aire a velocidad alta 12,2 m³/min, de 290x1050x269 mm (de perfil bajo), peso 15 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación. | | | |
| MA072 | 1.000 | UD | Unidad interior modelo FXAQ40A | 1,115.00 | 1,115.00 | |
| MA069 | 1.000 | UD | Juego de controlador remoto inalámbrico | 180.00 | 180.00 | |
| MO026 | 1.000 | h | Oficial 1ª instalador de climatización | 19.56 | 19.56 | |
| MO027 | 1.000 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 18.01 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 1,332.60 | 26.65 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 1,359.22 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|----------|----|--|----------|----------|-----------------|
| PA030 | | UD | Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ50P Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ50A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 5,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 6,3 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 30 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 40 W, presión sonora a velocidad baja 36 dBA, caudal de aire a velocidad alta 14,4 m³/min, de 290x1050x269 mm (de perfil bajo), peso 15 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación. | | | |
| MA073 | 1.000 | UD | Unidad interior modelo FXAQ50A | 1,213.00 | 1,213.00 | |
| MA069 | 1.000 | UD | Juego de controlador remoto inalámbrico | 180.00 | 180.00 | |
| MO026 | 1.000 | h | Oficial 1ª instalador de climatización | 19.56 | 19.56 | |
| MO027 | 1.000 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 18.01 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 1,430.60 | 28.61 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 1,459.18 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|----------------------------|-------|----|--|----------|----------|-----------------|
| PA031 | | UD | Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ63A Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ63A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 7,1 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 50 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 60 W, presión sonora a velocidad baja 39 dBA, caudal de aire a velocidad alta 18,3 m³/min, de 290x1050x269 mm (de perfil bajo), peso 15 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación. | | | |
| MA074 | 1.000 | UD | Unidad interior modelo FXAQ63A | 1,255.00 | 1,255.00 | |
| MA069 | 1.000 | UD | Juego de controlador remoto inalámbrico | 180.00 | 180.00 | |
| MO026 | 1.000 | h | Oficial 1ª instalador de climatización | 19.56 | 19.56 | |
| MO027 | 1.000 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 18.01 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 1,472.60 | 29.45 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 1,502.02 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS DOS EUROS con DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|----------|----|---|-----------|-----------|------------------|
| PA032 | | UD | Unidad exterior de aire acondicionado, VRV, REYQ10U Unidad exterior para sistema VRV-IV+ (Volumen de Refrigerante Variable), bomba de calor con recuperación de calor, modelo REYQ10U "DAIKIN", para gas R-410A, con temperatura de refrigerante variable para la mejora de la eficiencia estacional, alimentación trifásica (400V/50Hz), potencia frigorífica nominal 28 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), SEER 6,7, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 43°C, potencia calorífica nominal 31,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), SCOP 4,6, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, conectabilidad de hasta 64 unidades interiores con un porcentaje de capacidad mínimo del 50% y máximo del 130%, control mediante microprocesador, compresor scroll herméticamente sellado, con control Inverter, dimensiones 1685x930x765 mm, peso 230 kg, presión sonora 57 dBA, caudal de aire 175 m³/min, longitud total máxima de tubería frigorífica 1000 m, longitud máxima entre unidad exterior y unidad interior más alejada 165 m (190 m equivalentes), diferencia máxima de altura de instalación 50 m si la unidad exterior se encuentra por encima de las unidades interiores y 40 m si se encuentra por debajo, longitud máxima entre el primer kit de ramificación (unión Refnet) de tubería frigorífica y unidad interior más alejada 40 m, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net), pantalla de configuración y software que hace que la puesta en marcha, la configuración y la personalización sean más rápidas y precisas, y posibilidad de instalación en interior como resultado de la alta presión estática externa de aire, tratamiento anticorrosivo especial del intercambiador de calor, función de recuperación de refrigerante, carga automática adicional de refrigerante, prueba automática de funcionamiento y ajuste de limitación de consumo de energía (función I-Demand). El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación. | | | |
| MA075 | 1.000 | UD | Unidad exterior modelo REYQ10U | 12,669.00 | 12,669.00 | |
| MO026 | 6.237 | h | Oficial 1º instalador de climatización | 19.56 | 122.00 | |
| MO027 | 6.237 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 112.33 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 12,903.30 | 258.07 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 13,161.40 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL CIENTO SESENTA Y UN EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

| | | | | | | |
|----------------------------|-------|----|---|-----------|-----------|------------------|
| PA033 | | UD | Unidad exterior de aire acondicionado, VRV, REYQ12U Unidad exterior para sistema VRV-IV+ (Volumen de Refrigerante Variable), bomba de calor con recuperación de calor, modelo REYQ12U "DAIKIN", para gas R-410A, con temperatura de refrigerante variable para la mejora de la eficiencia estacional, alimentación trifásica (400V/50Hz), potencia frigorífica nominal 33,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), SEER 7,6, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 43°C, potencia calorífica nominal 37,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), SCOP 4,1, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, conectabilidad de hasta 64 unidades interiores con un porcentaje de capacidad mínimo del 50% y máximo del 130%, control mediante microprocesador, compresor scroll herméticamente sellado, con control Inverter, dimensiones 1685x930x765 mm, peso 230 kg, presión sonora 61 dBA, caudal de aire 185 m³/min, longitud total máxima de tubería frigorífica 1000 m, longitud máxima entre unidad exterior y unidad interior más alejada 165 m (190 m equivalentes), diferencia máxima de altura de instalación 50 m si la unidad exterior se encuentra por encima de las unidades interiores y 40 m si se encuentra por debajo, longitud máxima entre el primer kit de ramificación (unión Refnet) de tubería frigorífica y unidad interior más alejada 40 m, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net), pantalla de configuración y software que hace que la puesta en marcha, la configuración y la personalización sean más rápidas y precisas, y posibilidad de instalación en interior como resultado de la alta presión estática externa de aire, tratamiento anticorrosivo especial del intercambiador de calor, función de recuperación de refrigerante, carga automática adicional de refrigerante, prueba automática de funcionamiento y ajuste de limitación de consumo de energía (función I-Demand). El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación. | | | |
| MA076 | 1.000 | UD | Unidad exterior modelo REYQ12U | 15,714.00 | 15,714.00 | |
| MO026 | 6.454 | h | Oficial 1º instalador de climatización | 19.56 | 126.24 | |
| MO027 | 6.454 | h | Ayudante instalador de climatización | 18.01 | 116.24 | |
| %CDC | 2.000 | % | Costes directos complementarios | 15,956.50 | 319.13 | |
| TOTAL PARTIDA | | | | | | 16,275.61 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

Mediciones y presupuestos parciales

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--|---|----------|--------|------------------|
| CAPÍTULO C01 Actuaciones previas y desmontajes | | | | |
| PA001 | <p>UD Desmontaje de hoja de carpintería exterior</p> <p>Desmontaje de hoja de carpintería acristalada de aluminio de cualquier tipo situada en fachada, de menos de 3 m² de superficie, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que está sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor.</p> | 208.00 | 10.17 | 2,115.36 |
| PA002 | <p>M2 Demolición de pavimento cerámico</p> <p>Demolición de pavimento existente en el interior del edificio, de baldosas cerámicas, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el picado del material de agarre adherido al soporte, pero no incluye la demolición de la base soporte.</p> | 839.00 | 11.17 | 9,371.63 |
| PA003 | <p>M2 Demolición de base de pavimento</p> <p>Demolición de base de pavimento de mortero existente en el interior del edificio, de hasta 8 cm de espesor, con martillo neumático, sin deteriorar los elementos constructivos contiguos, y carga manual sobre camión o contenedor.</p> | 839.00 | 12.71 | 10,663.69 |
| PA004 | <p>UD Desmontaje de caldera</p> <p>Desmontaje de caldera a gas y sus componentes, de 200 kW de potencia calorífica máxima, con medios manuales y mecánicos, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje del material de sujeción, de los accesorios y de las piezas especiales y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.</p> | 1.00 | 209.85 | 209.85 |
| PA005 | <p>UD Desmontaje de unidad interior de aire acondicionado</p> <p>Desmontaje de unidad interior de sistema de aire acondicionado, de pared, de 50 kg de peso máximo, con medios manuales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.</p> | 99.00 | 85.36 | 8,450.64 |
| PA006 | <p>UD Desmontaje de unidad exterior de aire acondicionado</p> <p>Desmontaje de unidad exterior de sistema de aire acondicionado, de 50 kg de peso máximo, con medios manuales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.</p> | 6.00 | 94.67 | 568.02 |
| PA007 | <p>UD Desmontaje de luminaria</p> <p>Desmontaje de luminaria interior situada a menos de 3 m de altura, suspendida con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que pueda estar sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor.</p> | 762.00 | 3.76 | 2,865.12 |
| TOTAL CAPÍTULO C01 Actuaciones previas y desmontajes..... | | | | 34,244.31 |

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--|--|----------|--------|------------|
| CAPÍTULO C02 Mejoras en la envolvente | | | | |
| PA008 | <p>M2 Trasdosado directo interior</p> <p>Rehabilitación energética de fachadas y particiones mediante el sistema "ROCKWOOL" de aislamiento termoacústico y trasdosado directo, colocado en particiones interiores y por el interior de cerramientos verticales, formado por placas de yeso laminado - (10+100) (LR) Labelrock "ROCKWOOL", con aislamiento de lana de roca, de 30 mm de espesor, incorporado a la placa, recibida con pasta de agarre sobre el paramento vertical; y dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, (rendimiento: 0,1 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares y las ayudas de albañilería para instalaciones.</p> | 2,667.91 | 61.41 | 163,836.35 |
| PA009 | <p>M2 Rehabilitación cubierta por el interior</p> <p>Rehabilitación energética de forjado plano. Sistema "ROCKWOOL". AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO: panel semirrígido de lana de roca volcánica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", según UNE-EN 13162, no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,35 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), fijado mecánicamente; FALSO TECHO: falso techo continuo adosado liso (12,5+27+27), constituido por: estructura metálica de acero galvanizado de maestras primarias 60/27 mm con una modulación de 1000 mm y fijadas al forjado o elemento soporte con anclajes directos cada 900 mm, y maestras secundarias fijadas perpendicularmente a las primarias con conectores tipo caballete con una modulación de 500 mm y una capa de placas de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / con los bordes longitudinales afinados; REVESTIMIENTO: dos manos de pintura plástica, color blanco, acabado mate, textura lisa, (rendimiento: 0,1 l/m² cada mano); previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa. Incluso fijaciones, tornillería, banda autoadhesiva desolidarizante y accesorios de montaje.</p> | 732.77 | 40.00 | 29,310.80 |
| PA010 | <p>UD Ventana exterior de PVC estándar</p> <p>Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1500x1700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: U_{h,m} = 1,3 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, con premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.</p> | 117.00 | 524.94 | 61,417.98 |
| PA011 | <p>UD Ventana exterior de PVC baños</p> <p>Ventana de PVC, una hoja abatible con apertura hacia el interior, dimensiones 1500x700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: U_{h,m} = 1,3 W/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.</p> | 10.00 | 280.12 | 2,801.20 |

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|----------|--------|-----------|
| PA012 | <p>UD Ventana exterior de PVC patio</p> <p>Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1500x2000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, con premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.</p> | 80.00 | 577.72 | 46,217.60 |
| PA013 | <p>UD Puerta exterior de PVC</p> <p>Puerta de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior y fijo lateral, dimensiones 2400x2400 mm, anchura del fijo 400 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, según UNE-EN 14351-1.</p> | 1.00 | 681.00 | 681.00 |
| PA014 | <p>M2 Doble acristalamiento estándar</p> <p>Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 2 y 3 m²; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñaado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 2 y 3 m².</p> | 307.13 | 134.75 | 41,385.77 |
| PA015 | <p>M2 Doble acristalamiento baños</p> <p>Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m²; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñaado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m².</p> | 11.25 | 132.92 | 1,495.35 |
| PA016 | <p>M2 Doble acristalamiento patio</p> <p>Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m²; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñaado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 3 y 4 m².</p> | 240.00 | 135.89 | 32,613.60 |

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|----------|--------|-------------------|
| PA017 | <p>M2 Doble acristalamiento puerta</p> <p>Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/12/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie entre 6 y 7 m²; 22 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie entre 6 y 7 m².</p> | 6.88 | 142.09 | 977.58 |
| PA018 | <p>M2 Aislamiento térmico de suelo</p> <p>Rehabilitación energética de forjado, mediante el sistema "ROCKWOOL" de aislamiento térmico por la cara superior del pavimento existente, formado por panel rígido de lana de roca volcánica Rocksol -E- 2 525, "ROCKWOOL", de 50 mm de espesor; film de polietileno de baja densidad (LDPE) de 0,2 mm de espesor; capa de nivelación de 40 mm de espesor, de mortero autonivelante de cemento CT - C10 - F3 según UNE-EN 13813, vertido con mezcladora-bombeadora; y pavimento de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 40x40 cm, 8 €/m², capacidad de absorción de agua E<0,5%, grupo B1a, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris con doble encolado y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco, para juntas de hasta 3 mm.</p> | 839.00 | 56.04 | 47,017.56 |
| PA019 | <p>M Tratamiento de puentes térmicos</p> | 1,636.58 | 6.00 | 9,819.48 |
| TOTAL CAPÍTULO C02 Mejoras en la envolvente..... | | | | 437,574.27 |

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--|---|----------|----------|-----------|
| CAPÍTULO C03 Mejoras en las instalaciones | | | | |
| PA020 | <p>UD Caldera a gas, colectiva, de condensación, de pie, aluminio</p> <p>Caldera de pie, de condensación, con cuerpo de fundición de aluminio, gran aislamiento térmico y quemador modulante de gas natural, potencia útil 120 kW, peso 205 kg, dimensiones 600x994x1400 mm, con cuadro de regulación, cámara de combustión estanca, construcción compacta, cuadro de mando para el control de la temperatura ambiental, sonda de temperatura exterior. Incluso válvula de seguridad, purgadores, pirostato y desagüe a sumidero para el vaciado de la caldera y el drenaje de la válvula de seguridad, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> | 1.00 | 9,776.12 | 9,776.12 |
| PA021 | <p>UD Luminaria Pacific LED gen4 estanca fluorescente</p> | 86.00 | 47.85 | 4,115.10 |
| PA022 | <p>UD Luminaria FlexBlend montaje en superficie</p> | 386.00 | 98.85 | 38,156.10 |
| PA023 | <p>UD Luminaria LuxSpace empotrable</p> | 299.00 | 41.73 | 12,477.27 |
| PA024 | <p>UD Captador solar térmico para instalación sobre cubierta plana</p> <p>Captador solar térmico formado por batería de 2 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, modelo auroTHERM VFK 145 V "VAILLANT", formado por panel en posición vertical, de 2033x1233x80 mm, superficie útil 2,35 m², rendimiento óptico 0,787, coeficiente de pérdidas primario 3,783 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,016 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, marco de aluminio anodizado color negro, absorbedor con tratamiento selectivo y cubierta protectora con vidrio de seguridad de 3,2 mm de espesor, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y fijación, conjunto de conexiones hidráulicas entre captadores solares térmicos, líquido de relleno para captador solar térmico, válvula de seguridad, purgador, válvulas de corte y demás accesorios. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> | 5.00 | 2,283.80 | 11,419.00 |
| PA025 | <p>UD Módulo solar fotovoltaico</p> <p>Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, modelo SI-ESF-M-M156-72-335W "SOLAR INNOVA", potencia máxima (Wp) 335 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 38,6 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,68 A, tensión en circuito abierto (Voc) 47 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9,22 A, eficiencia 17,1%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 29 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. El precio no incluye la estructura soporte.</p> | 56.00 | 150.86 | 8,448.16 |
| PA026 | <p>UD Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ20A</p> <p>Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ20A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 2,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 2,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 20 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 30 W, presión sonora a velocidad baja 29 dBA, caudal de aire a velocidad alta 9,1 m³/min, de 290x795x266 mm (de perfil bajo), peso 12 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.</p> | 1.00 | 1,246.00 | 1,246.00 |

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|--|----------|----------|-----------|
| PA027 | <p>UD Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ25A</p> <p>Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ25A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 2,8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 3,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 30 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 40 W, presión sonora a velocidad baja 29 dBA, caudal de aire a velocidad alta 9,4 m³/min, de 290x795x266 mm (de perfil bajo), peso 12 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.</p> | 41.00 | 1,274.56 | 52,256.96 |
| PA028 | <p>UD Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ32A</p> <p>Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ32A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 3,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 4 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 30 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 40 W, presión sonora a velocidad baja 29 dBA, caudal de aire a velocidad alta 9,8 m³/min, de 290x795x266 mm (de perfil bajo), peso 12 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación</p> | 23.00 | 1,303.12 | 29,971.76 |
| PA029 | <p>UD Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ40A</p> <p>Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ40A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 20 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 20 W, presión sonora a velocidad baja 34 dBA, caudal de aire a velocidad alta 12,2 m³/min, de 290x1050x269 mm (de perfil bajo), peso 15 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.</p> | 12.00 | 1,359.22 | 16,310.64 |
| PA030 | <p>UD Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ50P</p> <p>Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ50A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 5,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 6,3 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 30 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 40 W, presión sonora a velocidad baja 36 dBA, caudal de aire a velocidad alta 14,4 m³/min, de 290x1050x269 mm (de perfil bajo), peso 15 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.</p> | 12.00 | 1,459.18 | 17,510.16 |

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|----------|-----------|-----------|
| PA031 | <p>UD Unidad interior de aire acondicionado, de pared, VRV, FXAQ63A</p> <p>Unidad interior de aire acondicionado, para sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable), de pared, modelo FXAQ63A "DAIKIN", para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 7,1 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), potencia calorífica nominal 8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), consumo eléctrico nominal en refrigeración 50 W, consumo eléctrico nominal en calefacción 60 W, presión sonora a velocidad baja 39 dBA, caudal de aire a velocidad alta 18,3 m³/min, de 290x1050x269 mm (de perfil bajo), peso 15 kg, con ventilador de dos velocidades, válvula de expansión electrónica, bomba de drenaje, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net) a unidad exterior, control por microprocesador, orientación vertical automática (distribución uniforme del aire), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión, con juego de controlador remoto inalámbrico formado por receptor y mando por infrarrojos, modelo BRC7E628. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.</p> | 17.00 | 1,502.02 | 25,534.34 |
| PA032 | <p>UD Unidad exterior de aire acondicionado, VRV, REYQ10U</p> <p>Unidad exterior para sistema VRV-IV+ (Volumen de Refrigerante Variable), bomba de calor con recuperación de calor, modelo REYQ10U "DAIKIN", para gas R-410A, con temperatura de refrigerante variable para la mejora de la eficiencia estacional, alimentación trifásica (400V/50Hz), potencia frigorífica nominal 28 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), SEER 6,7, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 43°C, potencia calorífica nominal 31,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), SCOP 4,6, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, conectabilidad de hasta 64 unidades interiores con un porcentaje de capacidad mínimo del 50% y máximo del 130%, control mediante microprocesador, compresor scroll herméticamente sellado, con control Inverter, dimensiones 1685x930x765 mm, peso 230 kg, presión sonora 57 dBA, caudal de aire 175 m³/min, longitud total máxima de tubería frigorífica 1000 m, longitud máxima entre unidad exterior y unidad interior más alejada 165 m (190 m equivalentes), diferencia máxima de altura de instalación 50 m si la unidad exterior se encuentra por encima de las unidades interiores y 40 m si se encuentra por debajo, longitud máxima entre el primer kit de ramificación (unión Refnet) de tubería frigorífica y unidad interior más alejada 40 m, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net), pantalla de configuración y software que hace que la puesta en marcha, la configuración y la personalización sean más rápidas y precisas, y posibilidad de instalación en interior como resultado de la alta presión estática externa de aire, tratamiento anticorrosivo especial del intercambiador de calor, función de recuperación de refrigerante, carga automática adicional de refrigerante, prueba automática de funcionamiento y ajuste de limitación de consumo de energía (función I-Demand). El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.</p> | 2.00 | 13,161.40 | 26,322.80 |

PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|--|----------|-----------|-------------------|
| PA033 | <p>UD Unidad exterior de aire acondicionado, VRV, REYQ12U</p> <p>Unidad exterior para sistema VRV-IV+ (Volumen de Refrigerante Variable), bomba de calor con recuperación de calor, modelo REYQ12U "DAIKIN", para gas R-410A, con temperatura de refrigerante variable para la mejora de la eficiencia estacional, alimentación trifásica (400V/50Hz), potencia frigorífica nominal 33,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), SEER 7,6, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 43°C, potencia calorífica nominal 37,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 7°C), SCOP 4,1, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, conectabilidad de hasta 64 unidades interiores con un porcentaje de capacidad mínimo del 50% y máximo del 130%, control mediante microprocesador, compresor scroll herméticamente sellado, con control Inverter, dimensiones 1685x930x765 mm, peso 230 kg, presión sonora 61 dBA, caudal de aire 185 m³/min, longitud total máxima de tubería frigorífica 1000 m, longitud máxima entre unidad exterior y unidad interior más alejada 165 m (190 m equivalentes), diferencia máxima de altura de instalación 50 m si la unidad exterior se encuentra por encima de las unidades interiores y 40 m si se encuentra por debajo, longitud máxima entre el primer kit de ramificación (unión Refinet) de tubería frigorífica y unidad interior más alejada 40 m, bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net), pantalla de configuración y software que hace que la puesta en marcha, la configuración y la personalización sean más rápidas y precisas, y posibilidad de instalación en interior como resultado de la alta presión estática externa de aire, tratamiento anticorrosivo especial del intercambiador de calor, función de recuperación de refrigerante, carga automática adicional de refrigerante, prueba automática de funcionamiento y ajuste de limitación de consumo de energía (función I-Demand). El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.</p> | | | |
| | | 12.00 | 16,275.61 | 195,307.32 |
| | TOTAL CAPÍTULO C03 Mejoras en las instalaciones..... | | | 448,851.73 |
| | TOTAL..... | | | 920,670.31 |

Resumen del presupuesto

RESUMEN DE PRESUPUESTO

| CAPITULO | RESUMEN | EUROS | % |
|---------------------------------------|---|---------------------|-------|
| C01 | Actuaciones previas y desmontajes | 34,244.31 | 3.72 |
| C02 | Mejoras en la env olvente | 437,574.27 | 47.53 |
| C03 | Mejoras en las instalaciones | 448,851.73 | 48.75 |
| TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL | | 920,670.31 | |
| 13.00% Gastos generales..... | | 119,687.14 | |
| 6.00% Beneficio industrial | | 55,240.22 | |
| SUMA DE G.G. y B.I. | | 174,927.36 | |
| 21.00% I.V.A..... | | 230,075.51 | |
| PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN | | 1,325,673.18 | |
| TOTAL PRESUPUESTO GENERAL | | 1,325,673.18 | |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS VEINTICINCO MIL SEISCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS