



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



**CERTIFICACIÓN  
ENERGÉTICA Y  
PROPUESTA DE MEJORA  
DE LAS INSTALACIONES  
DE LA ESCUELA  
PÚBLICA MUNICIPAL DE  
PRIMER CICLO DE  
L'ALCÚDIA**

2019

***DANIEL RUBIO SORIANO***

Trabajo Fin de Grado en Ingeniería  
Mecánica

Tutor: Emilio José Sarabia Escrivá



## **AGRADECIMIENTOS**

Antes de comenzar con el proyecto fin de grado me gustaría agradecer a todas las personas que me han apoyado, de una manera u otra, en estos años de universidad, ya sean compañeros, profesores, familia o cualquier empleado de la universidad.

Tengo que agradecer enormemente el trato recibido por parte de la universidad hacia mi persona en estos años de grado, el cual me ha permitido poder disfrutar de unos años maravillosos y plenamente enriquecedores, tanto a nivel educativo como a nivel humano.

Agradecer especialmente a mi tutor, Emilio Sarabia, por la comprensión y paciencia que a dedicado para poder ayudarme en la realización de dicho proyecto.

Muchas gracias.

## **RESUMEN**

El presente proyecto consistirá en la realización de la certificación energética de la escuela pública municipal de primer ciclo de l'Alcúdia, utilizando para ello el programa “*Herramienta Unificada Líder Calener*”. Dicho certificado se realizará con los equipos e instalaciones con los que el edificio contaba desde su inauguración, con la posterior mejora que se realizó y que permanece en la actualidad y por último con una propuesta de mejora de las instalaciones con la que se pretende obtener un mejor rendimiento tanto energético como económico.

Para conocer todos los datos del edificio necesarios para la realización del proyecto (geometría, instalaciones, equipos, demanda energética, cargas térmicas, consumos, etc...) se contará con el proyecto original, con visitas realizadas al edificio y con la ayuda de los programas “*Líder Calener*” y “*Clima*”

Se realizará un estudio detallado del edificio con su posterior análisis y se propondrán mejoras en las instalaciones, realizando una comparativa sobre consumos, demanda energética del edificio (calefacción/refrigeración), emisiones CO<sub>2</sub>, eficiencia en el rendimiento energético y ahorro económico.



## ÍNDICE MEMORIA

<b>I.- MEMORIA</b> .....	11
1. Introducción.....	12
2. Objetivos.....	13
3. Normativas.....	14
4. Descripción del edificio.....	16
4.1. Uso funcional.....	16
4.2. Emplazamiento.....	20
4.3. Características constructivas.....	21
4.4. Instalaciones y equipos.....	30
5. Cálculos energéticos.....	35
6. Resumen de resultados.....	57
7. Propuestas de mejora.....	58
8. Conclusiones.....	90
9. Bibliografía.....	93
<b>II.- PRESUPUESTO</b> .....	95
<b>III.- PLANOS</b> .....	98
<b>IV.- ANEXOS</b> .....	104

## ÍNDICE IMÁGENES

<i>Imagen 2.1: Entrada y hall/ Fuente: <a href="http://www.mestreacasa.gva.es">www.mestreacasa.gva.es</a>.....</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 4.1.1: Aulas/ Fuente: <a href="http://www.mestreacasa.gva.es">www.mestreacasa.gva.es</a>.....</i>	<i>16</i>
<i>Imagen 4.1.2: Comedor y cocina/ Fuente: <a href="http://www.mestreacasa.gva.es">www.mestreacasa.gva.es</a>.....</i>	<i>17</i>
<i>Imagen 4.1.3: Aula multiusos/ Fuente: <a href="http://www.mestreacasa.gva.es">www.mestreacasa.gva.es</a>.....</i>	<i>17</i>
<i>Imagen 4.1.4: Patio exterior/ Fuente: <a href="http://www.mestreacasa.gva.es">www.mestreacasa.gva.es</a>.....</i>	<i>18</i>
<i>Imagen 4.1.5: Pasillo/ Fuente: <a href="http://www.mestreacasa.gva.es">www.mestreacasa.gva.es</a>.....</i>	<i>18</i>
<i>Imagen 4.2.1: Características parcela/ Fuente: Proyecto ejecución.....</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 4.3.1: Materiales cubierta/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>25</i>
<i>Imagen 4.3.2: Materiales fachada norte/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>25</i>
<i>Imagen 4.3.3: Materiales fachada sur/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 4.3.4: Materiales fachada sur aseos/ Fuente: Programa Líder- Calener.....</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 4.3.5: Materiales tabiquería interior general/ Fuente: Programa Líder- Calener.....</i>	<i>27</i>
<i>Imagen 4.3.6: Materiales aseos/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 4.3.7: Materiales aulas-aulas/ Fuente: Programa Líder Calener.....</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 4.3.8: Materiales aulas-pasillo/ Fuente: Programa Líder- Calener.....</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 4.3.9: Materiales despachos-pasillo/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 4.3.10: Suelo locales húmedos/ Fuente: Programa Líder- Calener.....</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 4.3.11: Suelo locales no húmedos/ Fuente: Programa Líder- Calener.....</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 5.1: Plano edificio en AutoCad/ Fuente: Elaboración propia-AutoCad.....</i>	<i>35</i>
<i>Imagen 5.2: Vista edificio (1)/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>36</i>
<i>Imagen 5.3: Vista edificio (2)/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>36</i>
<i>Imagen 5.4: Gráfico demandas calefacción y refrigeración/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>42</i>
<i>Imagen 5.5: Demandas calefacción/ Fuente: Elaboración propia-VpClima.....</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 5.6: Demandas refrigeración/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 5.7: Verificación demanda documento DB-HE/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 5.8: Descripción sistema mixto/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 5.9: Descripción caldera/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 5.10: Demanda ACS edificio/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 5.11: Ejemplo descripción radiador aula 1/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 5.12: Depósitos acumuladores ACS/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>48</i>

<i>Imagen 5.13: Definición sistemas y equipos imagen programa/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 5.14: Gráfico calificación energética/ Fuente: Elaboración propia programa Líder-Calener.....</i>	<i>51</i>
<i>Imagen 5.15: Resultados demandas, consumos y emisiones/ Fuente: Elaboración propia programa Líder-Calener.....</i>	<i>52</i>
<i>Imagen 5.16: Verificación del límite de consumo/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>53</i>
<i>Imagen 5.17: Certificado sin equipos refrigeración/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>54</i>
<i>Imagen 5.18: Verificación sin equipos refrigeración/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>55</i>
<i>Imagen 5.19: Certificado estado actual/ Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>55</i>
<i>Imagen 5.20: Verificación estado actual/Fuente: Programa Líder-Calener.....</i>	<i>56</i>
<i>Imagen 7.1: Caldera condensación funcionamiento (1)/ Fuente: www.certificadosenergéticos.com.....</i>	<i>59</i>
<i>Imagen 7.2: Caldera condensación funcionamiento (2)/ Fuente: www.certificadosenergéticos.com.....</i>	<i>59</i>
<i>Imagen 7.3: Esquema funcionamiento bomba de calor/ Fuente: dimplex.de, detalles técnicos bomba calor.....</i>	<i>61</i>
<i>Imagen 7.4: Rendimiento bomba calor/ Fuente: www.bombasdec calor.org.....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 7.5: Índice efecto invernadero en máquinas térmicas generadoras de calor/ Fuente: caloryfrio.com.....</i>	<i>63</i>
<i>Imagen 7.6: Esquema funcionamiento bomba de calor aire-aire/ Fuente: caloryfrio.com.....</i>	<i>64</i>
<i>Imagen 7.7: Esquema funcionamiento bomba de calor aire-agua/ Fuente: caloryfrio.com.....</i>	<i>64</i>
<i>Imagen 7.8: Esquema funcionamiento bomba de calor agua-agua/ Fuente: caloryfrio.com.....</i>	<i>65</i>
<i>Imagen 7.9: Esquema funcionamiento bomba de calor geotérmica/ Fuente: caloryfrio.com.....</i>	<i>65</i>
<i>Imagen 7.10: Imagen bomba calor aire-agua/ Fuente: caloryfrio.com.....</i>	<i>66</i>
<i>Imagen 7.11: Bomba calor aire-agua Alfea Excellia Duo 14/ Fuente: climamanía.com catálogo bombas calor Thermor.....</i>	<i>67</i>
<i>Imagen 7.12: Dimensiones bomba calor Alfea Excellia Duo 14/ Fuente: catálogo bombas calor aerotermia marca Thermor.....</i>	<i>68</i>
<i>Imagen 7.13: Recomendaciones instalación circuito bomba de calor/ Fuente: Catálogo ficha técnica e instalación bomba calor Alfea Excellia Duo 14.....</i>	<i>69</i>
<i>Imagen 7.14: Curvas comportamiento funcionamiento (presión)/ Fuente: Catálogo ficha técnica bomba calor Alfea Excellia Duo 14.....</i>	<i>70</i>
<i>Imagen 7.15: Características técnicas Alfea Excellia Duo 14/ Fuente: Catálogo características técnicas bombas de calor marca Thermor.....</i>	<i>72</i>
<i>Imagen 7.16: Bomba de calor introducción datos programa Líder-Calener/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>72</i>
<i>Imagen 7.17: Calificación energética propuesta mejora bomba de calor/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 7.18: Resultados propuesta mejora bomba de calor/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>74</i>



<i>Imagen 7.19: Verificación límite de consumo propuesta mejora bomba de calor/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 7.20: Tecnología LED/ Fuente: catálogo duración y ahorro "Luzdya" .....</i>	<i>76</i>
<i>Imagen 7.21: Tubo LED/ Fuente: conelectric.cl.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 7.22: Accesorios iluminación/ Fuente: todoelectrico.es, greenice.com.....</i>	<i>79</i>
<i>Imagen 7.23: Verificación documento DB-HE bomba calor + LED/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>80</i>
<i>Imagen 7.24: Calificación energética bomba calor + LED/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>81</i>
<i>Imagen 7.25: Resultados bomba calor + LED/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen 7.26: Verificación documento HE0 bomba calor + LED/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>83</i>
<i>Imagen 7.27: Partes ventana PVC/ Fuente: ovacen arquitectura.....</i>	<i>86</i>
<i>Imagen 7.28: Perfiles ventanas aluminio con RPT y PVC/ Fuente: lagunabluresort.com.....</i>	<i>87</i>
<i>Imagen 7.29: Sustitución marcos aluminio por PVC/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>87</i>
<i>Imagen 7.30: Elementos sustitución marcos y perfiles/ Fuente: Programa Herramienta Unificada Líder-Calener.....</i>	<i>88</i>
<i>Imagen 7.31: Resultados propuesta sustitución marcos ventanas y puertas + dos propuestas anteriores.....</i>	<i>89</i>

## ÍNDICE TABLAS

<i>Tabla 4.1.1: Asignación de aulas/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	19
<i>Tabla 4.3.1: Cuadro de superficies/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	22
<i>Tabla 4.3.2: Superficies totales/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	23
<i>Tabla 4.3.3: Valores resistencia térmica/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	24
<i>Tabla 4.3.4: Valores transmitancia térmica/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	24
<i>Tabla 4.3.5: Valores conductividad térmica/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	24
<i>Tabla 4.3.6 Valores transmitancia térmica cerramientos interiores/ Fuente: Programa Líder-Calener</i> .....	27
<i>Tabla 4.3.7: Valores transmitancia térmica suelos/ Fuente: Programa Líder-Calener</i> .....	29
<i>Tabla 4.4.1: Equipos “Split”/ Fuente: Elaboración propia y programa Líder Calener</i> .....	32
<i>Tabla 4.4.2: Consumo ACS en litros/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	33
<i>Tabla 4.4.3: Gastos agua por aparato/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	34
<i>Tabla 4.4.4: Valores instalación eléctrica/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	34
<i>Tabla 5.1: Categoría calidad aire/ Fuente: RITE</i> .....	37
<i>Tabla 5.2: Renovaciones aire por hora/ Fuente: Elaboración propia-RITE</i> .....	38
<i>Tabla 5.3: Iluminación/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	39
<i>Tabla 5.4: Cargas térmicas calefacción/ Fuente: “Clima”</i> .....	40
<i>Tabla 5.5: Cargas térmicas refrigeración/ Fuente: “Clima”</i> .....	41
<i>Tabla 5.6: Potencias radiadores/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	47
<i>Tabla 5.7: Aforos locales normativa/ Fuente: Proyecto ejecución</i> .....	49
<i>Tabla 5.8: Características equipos aire acondicionado/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	49
<i>Tabla 7.1: Comparativa iluminación fluorescente – LED/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	78
<i>Tabla 7.2: Accesorios iluminación propuesta mejora/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	79
<i>Tabla 7.3: Comparativa características materiales marcos y perfiles ventanas/ Fuente: catálogos materiales “leroymerlin”</i> .....	85
<i>Tabla 7.4: Comparativa transmitancia térmica y conductividad materiales para marcos y perfiles ventanas/ Fuente: ovacen arquitectura</i> .....	85
<i>Tabla 8.1: Comparativa consumos/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	90
<i>Tabla 8.2: Comparativa gastos/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	90
<i>Tabla 8.3: Ahorros medidas de mejora/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	91
<i>Tabla 8.4: Inversión medidas de mejora/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	91
<i>Tabla 8.5: Tiempo amortización medidas de mejora/ Fuente: Elaboración propia</i> .....	92



---

## ***I.- MEMORIA***

---

## **1.- INTRODUCCIÓN**

A partir del 1 de junio de 2013 se hizo obligatorio obtener un certificado de eficiencia energética en edificios existentes e inmuebles para compra/venta o arrendamiento de estos.

Dicha eficiencia energética se obtiene a través de un certificado energético, el cual proporciona una calificación (desde la A, como más eficiente, hasta la G, como la menos eficiente), que permite saber el rendimiento/eficiencia de un inmueble, edificio, local, etc... en cuanto al consumo de energía reflejado en las facturas de luz, agua y gas.

Para obtener dicho certificado, el cual es un documento acreditativo, es necesario un estudio previo de las características del edificio (o partes del edificio), donde nos encontramos con múltiples factores, tales como situación geográfica, características constructivas, sistemas y equipos instalados, emisión de gases efecto invernadero, aparte de otros parámetros como ventilación del edificio, temperatura del aire, temperatura del agua (para ACS), iluminación, tipo de energía primaria utilizada por parte de los equipos etc...

Hoy en día el tema del ahorro es de gran importancia en todos los aspectos y este certificado nos da la oportunidad de conocer al detalle los consumos energéticos en facturas en relación con los equipos instalados y a las características del edificio anteriormente mencionadas.

Cabe destacar también una de sus mayores utilidades, que es proporcionarnos una idea de cómo mejorar el edificio en relación con el ahorro económico con una mayor eficiencia/rendimiento.

## 2.- OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es la realización de un análisis energético, que incluye la obtención del certificado energético de la escuela pública municipal de primer ciclo de l'Alcúdia (en el apartado 4 de la memoria se detallará en profundidad todas las características del edificio), para posteriormente realizar mejoras en la instalación que nos permitan tener un mayor ahorro y una mayor eficiencia.

El certificado energético se obtendrá mediante el programa “*Herramienta Unificada Lider Calener*” (HULC), el cual proporcionará también datos de demanda energética, consumos y emisiones. Es necesario disponer de una gran cantidad de información sobre el edificio a la hora de trabajar con el programa, dicha información se obtendrá del proyecto original de construcción del edificio, de visitas al mismo y de información requerida al centro educativo. Otro de los programas a utilizar será “*Clima*”, el cual permite calcular cargas térmicas, demanda y consumo del edificio.

El objetivo primordial es realizar una mejora en la instalación del centro, esencialmente en las máquinas y equipos térmicos, aunque serán varias las opciones de las que se dispondrán. Para ello una vez realizados los cálculos con los programas anteriormente mencionados se ha procedido a realizar unos análisis de estos y verificar todas las opciones de posibles mejoras que se nos plantean.



*Imagen 2.1: Entrada y hall edificio*

### 3.- NORMATIVAS

Las principales normas de estricto cumplimiento en nuestro país en cuanto a edificación se refieren son las siguientes:

- **El código técnico de la edificación (CTE)** es el conjunto principal de normativas que regulan la construcción de edificios en España desde 2006. Es el código de edificación que se mantiene en vigor en nuestro país. En él se establecen los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad de las construcciones, definidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).

Este código se compone a su vez de diferentes normativas aglutinadas en dos documentos básicos:

- Documentos básicos de seguridad:
  - DB-SE (Documento básico de seguridad estructural)
    - DB-SE AE (Acciones en la edificación)
    - DB-SE C (cimientos)
    - DB-SE A (acero)
    - DB-SE F (fábrica)
    - BB-SE M (madera)
  - DB-SI (Documento básico de seguridad en caso de incendio)
  - DB-SUA (Documento básico de seguridad de utilización y accesibilidad)
- Documentos básicos de habitabilidad:
  - DB-HS (Documento básico de salubridad)
  - DB-HR (Documento básico de protección frente al ruido)
  - DB-HE (Documento básico de ahorro de energía)

- **Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)** es el reglamento español que regula todo lo relativo a la instalación, diseño y mantenimiento de las instalaciones de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración) y de producción de agua caliente sanitaria (ACS). Tiene por objetivo establecer las exigencias mínimas de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios.

- **Certificación de la eficiencia energética de los edificios** en su Real Decreto 235/2013, 5 de abril, y posteriormente en su modificación de Real Decreto 564/2017, 2 de junio, y para edificios existentes en su Real Decreto 47/2007, de 19 de enero. Normativa que exige la realización de un certificado energético con su posterior calificación y entrega de documentación a las administraciones correspondientes.

Otras normas legislativas aplicables al edificio en fecha de su construcción son las siguientes:

- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Reglamento sobre acometidas eléctricas (Real Decreto 2949/82 de 15 de octubre).
- Normas complementarias de la compañía suministradora IBERDROLA.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y sus instrucciones complementarias, en cuanto le afecta.
- Real Decreto 173/2000, de 5 de diciembre, en el que se describen las instalaciones potencialmente consideradas de riesgo frente a la legionella y sus tratamientos.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Normas particulares de la empresa suministradora CEGAS, SA.
- Norma UNE EN 1555-1 a 5 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para el suministro de combustibles gaseosos.
- Normas y recomendaciones de tipo técnico, tales como las normas UNE 60620, ANSI, API y ASTM.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y de sus instrucciones técnicas complementarias ICG01 a 11.
- Normas UNE 60601, de abril de 2006: Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
- NT-IEEV Norma técnica de instalaciones de enlace.
- Normas UNE 60670-1 a 13: Instalaciones receptoras de gas, suministradas a una presión máxima de operación (HOP) inferior o igual a 5 bar.
- Resoluciones de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo de fecha 28 de mayo de 1985, sobre documentación, necesidad proyecto y puesta en servicio de instalaciones receptoras de agua.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de instalación de protección contra incendios y normas UNE incluidas.
- Reglamento M.I. sobre recipientes a presión. Real Decreto 1244/1979, del 4 de abril.
- UNE 12464.1 Norma europea sobre iluminación para interiores.



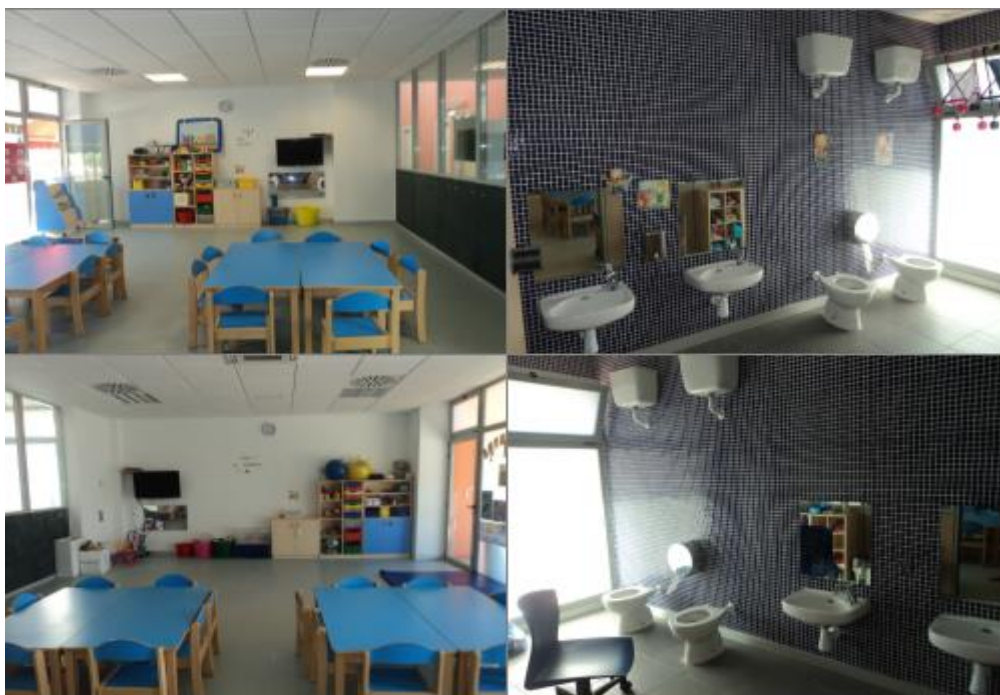
## 4.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

### 4.1.- Uso funcional

El edificio que se analiza está destinado a la docencia, es concretamente una escuela infantil de primer ciclo (de 0 a 3 años).

El edificio posee una superficie total construida de 841,64 m<sup>2</sup> y para llevar a cabo sus funciones consta de las siguientes actuaciones:

- Zona de control
- 7 aulas de educación infantil (primer ciclo)
- Zona de administración
- Comedor y cocina
- Aula multiusos
- Zona de instalaciones
- Patio exterior
- Urbanización general de la parcela



*Imagen 4.1.1: Aulas*



*Imagen 4.1.2: Comedor y cocina*



*Imagen 4.1.3: Aula multiusos*



*Imagen 4.1.4: Patio exterior*



*Imagen 4.1.5: Pasillos*

La asignación de las aulas queda de la siguiente manera:

AULA	EDAD	DESCRIPCIÓN
Aula 1	0-1 años	Superficie útil de 30,82 m <sup>2</sup> , para 8 alumnos como máximo. Cuenta con zona de higiene y preparación de alimentos.
Aula 2	0-1 años	Superficie útil de 34,58 m <sup>2</sup> , para 8 alumnos como máximo. Cuenta con zona de higiene y preparación de alimentos, así como un aseo de 6,63 m <sup>2</sup> con dos inodoros y dos lavabos.
Aula 3	1-2 años	Superficie útil de 34,60 m <sup>2</sup> , para 13 alumnos como máximo. Cuenta con zona de higiene y preparación de alimentos, así como un aseo de 6,63 m <sup>2</sup> con dos inodoros y dos lavabos.
Aula 4	1-2 años	Superficie útil de 34,77 m <sup>2</sup> , para 13 alumnos como máximo. Cuenta con zona de higiene y un aseo de 6,25 m <sup>2</sup> con dos inodoros y dos lavabos.
Aula 5	2-3 años	Superficie útil de 41,87 m <sup>2</sup> , para 20 alumnos como máximo. Cuenta con zona de higiene y un aseo de 6,63 m <sup>2</sup> con dos inodoros y dos lavabos.
Aula 6	2-3 años	Superficie útil de 41,93 m <sup>2</sup> , para 20 alumnos como máximo. Cuenta con zona de higiene y un aseo de 6,63 m <sup>2</sup> con dos inodoros y dos lavabos.
Aula 7	2-3 años	Superficie útil de 41,87 m <sup>2</sup> , para 20 alumnos como máximo. Cuenta con zona de higiene y un aseo de 6,63 m <sup>2</sup> con dos inodoros y dos lavabos.

*Tabla 4.1.1: Asignación aulas*

El edificio consta de una planta, la cual se articula a lo largo de un pasillo desde la entrada de acceso hasta el final de la calle.

El pasillo principal se ilumina mediante unos patios de luces, los cuales crean ensanchamientos en las zonas de entrada a las aulas y permiten la correcta ventilación del forjado sanitario.

Al sur se encuentran las aulas, dirigidas hacia el patio exterior, junto con el comedor y cocina. Los aseos de las aulas, también hacia esta zona, poseen “vivos colores” para facilitar la entrada y orientación de los usuarios hacia ellos.

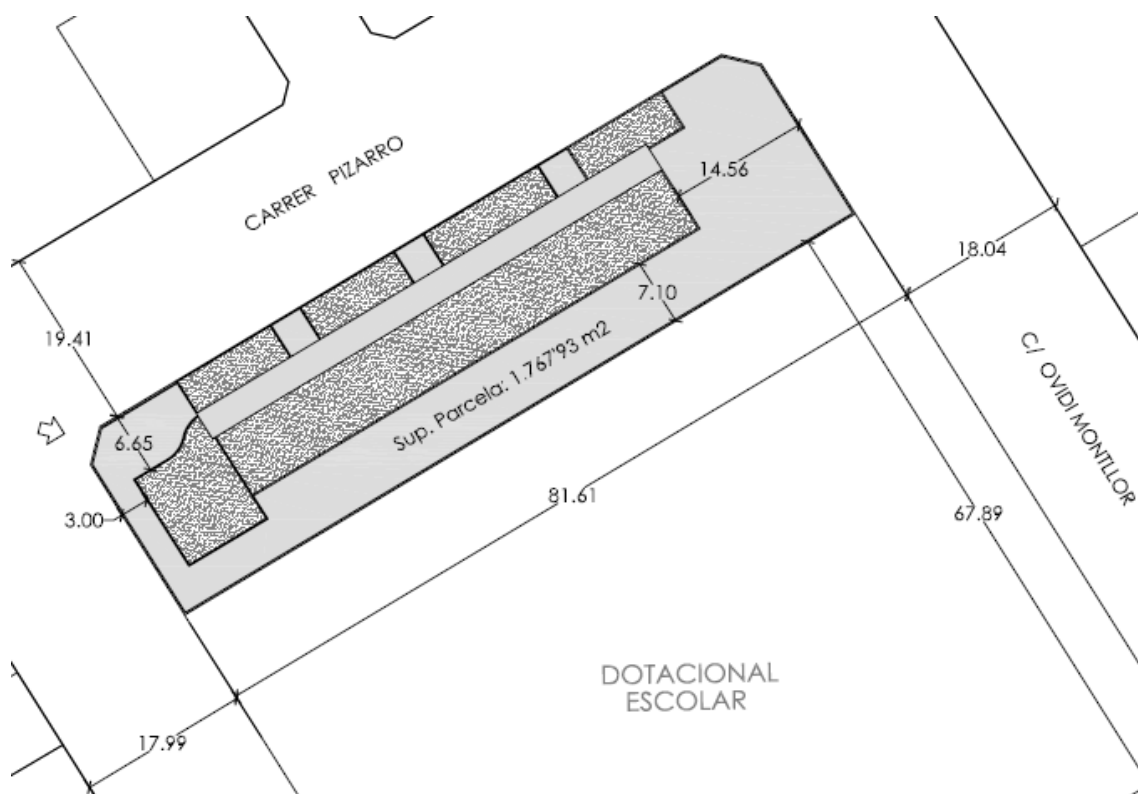
Al norte quedan las zonas administrativas con despachos, salas, zona de control y aseos.



#### 4.2.- Emplazamiento

El edificio se encuentra en l'Alcúdia (Valencia), ubicado en la manzana dotacional de uso escolar situada en el sector 4 y que recae sobre la calle Pizarro (Norte), Josep Lluís Bauset (Oeste), Alexandre Alapont (Sur) y Ovidi Monllor (Este).

La parcela donde se ubican las instalaciones ocupa la zona sur de la manzana, con una profundidad de 21,75 m y 81,60 m de longitud, con una superficie total de 1765,45 m<sup>2</sup>, la cual recae a la calle Pizarro, donde las instalaciones ocupan 887,41 m<sup>2</sup>.



*Imagen 4.2.1: Características parcela*

Las instalaciones se ubican dentro del ámbito del sector 04, en el núcleo urbano de l'Alcúdia. El solar cuenta con todos los servicios urbanos.

La superficie de la parcela es sensiblemente plana (sin desniveles de importancia) y se encuentra libre de edificaciones y de obstáculos.

### **4.3.- Características constructivas**

La geometría del edificio se basa en un conjunto de locales/espacios articulados sobre un pasillo o corredor central/principal. La estructura del edificio posee cubierta plana y cerramientos cerámicos y de hormigón armado, lo que permitiría poder realizar ampliaciones y modificaciones con mayor facilidad.

El proyecto de ejecución del edificio ha tenido en cuenta lo detallado en DB-SE, EHE y EFHE (normativas descritas punto 3 memoria), en cuanto a la estructura se refiere. La cimentación está definida por zapatas cuadradas aisladas y corridas unidas entre sí mediante vigas de atado. Como principales características estructurales se comentará que la estructura está basada mediante pórticos de hormigón armado, vigas planas, forjados unidireccionales con semiviguetas armadas y bovedillas de hormigón.

Una amplia fachada de hormigón acondiciona la parte sur, donde se encuentran las aulas y los aseos de éstas, de vivos colores, mientras que al norte un amplio marco de prismas de ladrillo recoge todos los locales destinados a administración, instalaciones, aseos y almacenes.

El edificio cuenta con una planta construida, sobre rasante, cuyo acceso principal está situado en la calle Pizarro, con otra entrada de servicio en la otra parte de la misma calle.

El edificio cuenta con un volumen construido de 2350,40 m<sup>3</sup> y una superficie de 841,64 m<sup>2</sup>, repartidos tal y como indica la tabla siguiente (4.3.1).

DEPENDENCIAS	SUPERFICIE ÚTIL (m <sup>2</sup> )
Porche	3,74
Hall	33,29
Almacén	7,29
Comedor	58,94
Cocina	19,45
Aula multiusos	46,31
Pasillo	98,90
Control	11,18
Archivo	12,19
Secretaría	14,07
Dirección	14,07
Profesores	18,09
Psicopedagogo	9,88
Aseos hombres	7,43
Limpieza	6,72
Aseos mujeres	7,43
Instalaciones	23,05
Aula 1	30,82
Aula 2	34,54
Aula 3	34,60
Aula 4	34,77
Aula 5	41,87
Aula 6	41,93
Aula 7	41,87
Baño aula 2	6,63
Baño aula 3	6,63
Baño aula 4	6,25
Baño aula 5	6,63
Baño aula 6	6,63
Baño aula 7	6,63
<b>Total superficie útil</b>	<b>691,87</b>

*Tabla 4.3.1: Cuadro de superficies*

<b>Superficie construida (sin terrazas)</b>	<b>787,22 m<sup>2</sup></b>
<b>Terrazas (computadas al 50%)</b>	<b>54,42 m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA</b>	<b>841,64 m<sup>2</sup></b>

*Tabla 4.3.2: Superficies totales*

Para la realización del certificado energético mediante el programa “*Herramienta Unificada Líder-Calener*”, es necesario conocer **los materiales que componen el sistema envolvente del edificio** (fachadas, cubiertas, forjados, medianeras, etc...) y sus características.

A continuación, son definidos algunos conceptos que representan los valores a introducir en el programa para la obtención de los cálculos deseados.

- *Resistencia térmica (R<sub>t</sub>)*. Representa la capacidad de oposición de un material al paso de calor por éste. Se mide en (m<sup>2</sup>·K/W) y se expresa:

$$R_t = \frac{e}{k}$$

e = espesor material (m)

k = conductividad térmica (W/K·m)

- *Transmitancia térmica (U)*. Es la cantidad de calor que pasa a través de un elemento constructivo de una o más capas, paralelas entre sí, cuando hay un grado de temperatura (°C o K) entre ambas superficies. Se mide en (W/m<sup>2</sup>K) y su fórmula es:

$$U = \frac{1}{R_t}$$

U = Transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>K)

R<sub>t</sub> = Resistencia térmica total del elemento compuesto por capas (m<sup>2</sup>K/W)



- **Conductividad térmica ( $k$ ).** Se puede definir como la capacidad que tienen los materiales para transferir calor. Se mide en (W/K·m).

En las siguientes tablas (4.3.3, 4.3.4 y 4.3.5) se muestran los valores de resistencia, transmitancia y conductividad térmica utilizados:

Material	e (m)	k (W/m·K)	R <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)
Arena y grava	0,007	2	0,0035
Mortero de cemento	0,03	0,8	0,0375
½ Pie LP métrico o catalán	0,115	0,667	0,172
XPS expandido	0,03	0,038	0,79
Betún fieltro o lámina	0,004	0,23	0,017
Hormigón celular	0,06	1,15	0,052
Tabicón LH triple	0,11	0,427	0,257
Enlucido de yeso	0,015	0,57	0,026
Gres calcáreo	0,02	1,9	0,01

*Tabla 4.3.3: Valores resistencia térmica de los principales materiales utilizados*

	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Cubierta	0,29
Fachada general	0,62
Fachada norte	0,63
Fachada sur	0,44
Fachada sur aseos	0,53

*Tabla 4.3.4: Valores transmitancia térmica materiales sistema envolvente*

Material	k (W/m·K)
Mortero de cemento	0,55
Tabicón LH triple	0,427
Enlucido de yeso	0,57
Arena y grava	2
Betún fieltro o lámina	0,23
Bovedillas hormigón, forjado bidireccional	0,57

*Tabla 4.3.5: Valores conductividad térmica principales materiales utilizados*

El siguiente paso para definir en el programa, es introducir los valores obtenidos en las tablas anteriores junto con los materiales de cada cerramiento, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:

- **Cubierta**

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,007	2,000	1450	1050	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	0,800	1525	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	1,000	1525	1000	
4	XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [	0,070	0,038	38	1000	
5	Betún fieltro o lámina	0,004	0,230	1100	1000	
6	Hormiçón celular curado en autoclave d 1000	0,060	0,290	1000	1000	
7	FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado	0,300	0,256	750	1000	
8						

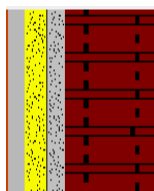


Imagen 4.3.1: Materiales cubierta

- **Cerramientos exteriores**

Fachada norte

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60	0,115	0,667	1140	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,800	1525	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm					0,150
4	XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [	0,030	0,038	38	1000	
5	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110	0,110	0,427	920	1000	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
7						

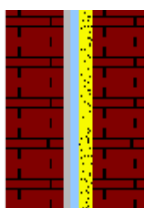
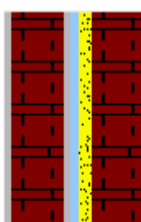


Imagen 4.3.2: Materiales fachada norte

*Fachada sur*

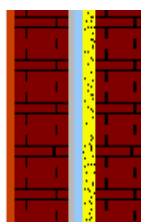
Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
2	Tabicón de LH triple Gran Formato 100 mm <	0,110	0,206	620	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,550	1125	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm					0,150
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [	0,030	0,038	38	1000	
6	Tabicón de LH triple Gran Formato 100 mm <	0,110	0,206	620	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
8						



*Imagen 4.3.3: Materiales fachada sur*

*Fachada sur aseos*

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0,020	1,900	2350	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	0,115	0,667	1140	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,015	0,800	1525	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [	0,030	0,038	38	1000	
6	Tabicón de LH triple Gran Formato 100 mm <	0,110	0,206	620	1000	
7	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
8						



*Imagen 4.3.4: Materiales fachada sur aseos*

- **Particiones interiores**

La siguiente tabla (4.3.6) muestra los valores de transmitancia térmica de los cerramientos interiores, los cuales son calculados por el programa al introducir los materiales y sus características.

	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
General	1,62
Aseos	1,93
Aulas-aulas	1,87
Aulas-pasillo	0,86
Despacho-pasillo	1,62

Tabla 4.3.6: Valores transmitancia térmica cerramientos interiores

*Tabiquería interior general*

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Cloruro de polivinilo [PVC]	0,020	0,170	1390	900	
2	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
3	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110	0,110	0,427	920	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
5						

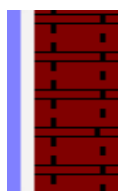
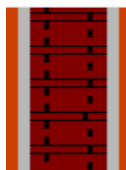


Imagen 4.3.5: Materiales tabiquería interior general

*Tabiquería interior aseos*

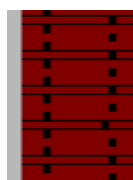
Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,020	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110	0,110	0,427	920	1000	
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
5	Plaqueta o baldosa de gres	0,020	2,300	2500	1000	
6						



*Imagen 4.3.6: Aseos*

*Tabiquería interior aulas-aulas*

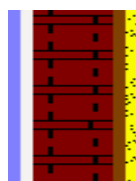
Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110	0,110	0,427	920	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
5						



*Imagen 4.3.7: Aulas-Aulas*

*Tabiquería interior aulas-pasillo*

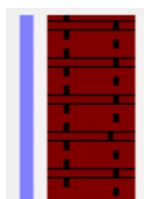
Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Cloruro de polivinilo [PVC]	0,020	0,170	1390	900	
2	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
3	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110	0,110	0,427	920	1000	
4	Tablero contrachapado 250 < d < 350	0,020	0,110	300	1600	
5	Panel de vidrio celular [CG]	0,020	0,050	125	1000	
6						



*Imagen 4.3.8: Aulas-pasillo*

*Tabiquería interior despachos-pasillo*

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Cloruro de polivinilo [PVC]	0,020	0,170	1390	900	
2	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
3	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110	0,110	0,427	920	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
5						



*Imagen 4.3.9: Despachos-pasillo*

- **Suelos en contacto con el terreno**

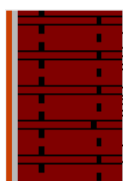
La siguiente tabla (4.3.7) muestra al igual que el apartado anterior, los valores de transmitancia térmica, en este caso de los dos tipos de suelos que dispone el edificio, para locales húmedos y locales no húmedos, con los materiales que se muestran en las imágenes posteriores (4.3.10 y 4.3.11).

	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Suelos locales húmedos	2,29
Suelos locales no húmedos	1,08

*Tabla 4.3.7: Valores transmitancia térmica suelos*

*Suelos locales húmedos*

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0,020	1,900	2350	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300	1,422	1240	1000	
4	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,020	2,300	2400	1000	
5						



*Imagen 4.3.10: Suelos locales húmedos*

*Suelos locales no húmedos*

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Caucho celular	0,030	0,060	70	1500	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	FU Entrevigado de hormiçón -Canto 300 mm	0,300	1,422	1240	1000	
4	Hormiçón armado 2300 < d < 2500	0,020	2,300	2400	1000	
5						



*Imagen 4.3.11: Suelos locales no húmedos*

**4.4.- Instalaciones y equipos**

Los equipos instalados en el edificio, en el momento de su construcción, para abastecer las correspondientes demandas de calefacción, ventilación y ACS son las descritos a continuación. Cuentan para ello con las unidades principales siguientes:

- *Caldera de condensación* POWER HT-100 de Roca, para calefacción a gas premezclado de condensación (natural o GLP), con una potencia útil de (80/60 °C) 100 KW
- *Climatizador* para tratamiento de aire
  - Caudal extrac. y presión disp. → 3700 m<sup>3</sup>/h 12mmca
  - Caudal imp. y presión disp. → 4400 m<sup>3</sup>/h 20mmca
  - Batería de calor. → 29040 Kcal/h (80/65 °C,0 °C)
  - Caudal recuperador. → 4400 m<sup>3</sup>/h
  - Motor ventilador extrac. → 2,2 KW 1500 rpm
  - Motor ventilador imp. → 3 KW 1500 rpm
  - Dimensiones aprox. → 4300x2750x855 mm

- *Climatizador* para tratamiento de aire
  - Caudal extrac. y presión disp. → 4150 m<sup>3</sup>/h 12mmca
  - Caudal imp. y presión disp. → 5100 m<sup>3</sup>/h 20mmca
  - Batería de calor. → 33700 Kcal/h (80/65 °C, 0 °C)
  - Caudal recuperador. → 5100 m<sup>3</sup>/h
  - Motor ventilador extrac. → 2,2 KW 1500 rpm
  - Motor ventilador imp. → 3 KW 1500 rpm
  - Dimensiones aprox. → 4500x2750x855 mm
  
- *Intercambiador* modelo UFX-6
  - Potencia térmica. → 60 KW
  - Fluido 2. → agua
  - Fluido 1. → agua
  - Caudal 2. → 1,2 m<sup>3</sup>/h (25/70 °C)
  - Caudal 1. → 3,5 m<sup>3</sup>/h (80/65 °C)
  - Pérdida de carga 2. → 0,7 m.c.a
  - Pérdida de carga 1. → 2 m.c.a.
  
- *Depósito acumulador de ACS*, 300 litros de capacidad, temperatura máxima de trabajo 100 °C.
  
- *Colector solar* modelo WTS-F de la marca Weishaupt, con 2,24 m<sup>2</sup> de superficie absorbedor, temperatura máxima de funcionamiento de 110 °C.
  
- *Grupo de bombeo energía solar* de la marca Sedical, con dos bombas de recirculación, válvulas impulsión, retorno, de seguridad, manómetro, caudalímetro.
  
- *Intercambiador* modelo UFP31
  - Potencia térmica. → 7 KW
  - Fluido 2. → agua
  - Fluido 1. → agua glicolada
  - Caudal 2. → 482 l/h (32,5/45 °C)
  - Caudal 1. → 482 l/h (60/47,5 °C)
  - Pérdida de carga 2. → 1 m.c.a
  - Pérdida de carga 1. → 1 m.c.a.
  
- *Depósito acumulador de ACS*, 500 litros de capacidad, temperatura máxima de trabajo 100 °C.



Posteriormente se realizó en el edificio una pequeña modificación en el sistema de acondicionamiento y confort, que tiene vigencia en la actualidad, la cual se trataba de instalar unos equipos de aire acondicionado tipo “Split” en los siguientes locales: aula 1, aula 2, aula 3, aula 4, aula 5, aula 6, aula 7, comedor y sala multiusos.

En la siguiente tabla se detalla brevemente las características de los equipos instalados en dicha modificación, aunque se concretarán en profundidad en el punto 5 de la memoria (cálculos energéticos).

*Equipos “Split” para refrigeración*

Local	Capacidad total refrigeración nominal (kW)	Capacidad sensible refrigeración nominal (kW)	Consumo refrigeración nominal (kW)
<i>Aula 1</i>	4	2,6	1,6
<i>Aula 2</i>	4	2,6	1,6
<i>Aula 3</i>	4	2,6	1,6
<i>Aula 4</i>	4	2,6	1,6
<i>Aula 5</i>	5	3,25	2
<i>Aula 6</i>	5	3,25	2
<i>Aula 7</i>	5	3,25	2
<i>Comedor</i>	7	4,55	2,8
<i>Sala multiusos</i>	6	3,9	2,4

*Tabla 4.4.1: Equipos “Split” locales*

- **Calefacción**

La instalación de calefacción utilizada en el edificio está basada en varios circuitos, detallados a continuación, los cuales utilizan el agua como fluido caloportador junto con un sistema de tuberías bitubular.

- Suelo radiante
- Climatizadores
- ACS

Las zonas de acción del *suelo radiante* son las siguientes:

- Comedor
- Pasillo central y hall
- Despachos en administración
- Sala multiusos
- Aulas

Cada zona dispone de un termostato para su regulación.

### - Ventilación

La ventilación está a cargo de los climatizadores con recuperación de energía, baterías de calor y filtros, todos ellos siguiendo la normativa del RITE.

Como en cualquier instalación impulsan el aire en las aulas y locales en este caso mediante difusores rotacionales y lo extraen mediante rejillas en falsos techos y bocas de extracción en aseos.

La puesta en marcha de la ventilación es centralizada e individual. Controla la temperatura de impulsión de manera constante mediante un controlador en cada climatizador.

Los caudales de ventilación se describen en el punto “5” de la memoria.

### - Producción ACS

Como cumplimiento de la normativa en el CTE, para la producción de agua caliente sanitaria el edificio cuenta con un sistema de captación solar, el cual supone más del 70%, (71,58%, dato obtenido del proyecto de ejecución del edificio), de la demanda energética total de la instalación. Este sistema se utiliza de apoyo al suelo radiante en caso de saturación de ACS.

El ACS se prepara a 60 y mediante una válvula mezcladora termostática se distribuye hasta las zonas de consumo.

El edificio presenta una demanda diaria de ACS de 496 litros a 60 °C, con un consumo mensual tal y como es mostrado en la siguiente tabla (4.4.2).

#### *Consumo mensual ACS*

<i>Mes</i>	<i>Consumo mensual en litros</i>
Enero	21610
Febrero	19675
Marzo	22160
Abril	21855
Mayo	22816
Junio	22320
Julio	23329
Agosto	23064
Septiembre	22080
Octubre	22584
Noviembre	21445
Diciembre	21610
<b>anual</b>	<b>264.546</b>

*Tabla 4.4.2: Consumo ACS en litros*

La **instalación receptora de agua** cuenta con los siguientes gastos unitarios por aparato:

Lavabo	0,1 l/s
Inodoro	0,1 l/s
Ducha	0,2 l/s
Vertedero	0,2 l/s

Tabla 4.4.3: Gastos de agua por aparato

La red de tuberías de agua fría está construida con polietileno reticulado serie 5, mientras que la de ACS son de polietileno multicapa (Unipipe), compuestas por polietileno, adhesivo y aluminio.

La **instalación receptora de gas** sigue la normativa de la UNE 60620 descrita en el punto 3 del presente trabajo, y las impuestas por la empresa suministradora de gas CEGAS, S.A.

Dicha instalación cuenta con dos ERM (Estación de Regulación y Medida), una ubicada en la sala de calderas (*Caldera de condensación descrita al principio de este mismo apartado "4.4"*), y otra como previsión en cocina.

La **instalación eléctrica** se realiza mediante a través de una línea de baja tensión, con una tensión trifásica de 400/230 V 50 Hz. En cuanto a la potencia instalada o prevista en su momento es de 44,095 kW.

El alumbrado se realiza con apliques de pared para el pasillo y terraza, downlights de led para aseos, pantallas estancas para el resto, así como alumbrado exterior mediante columnas y luminarias de balizamiento empotradas.

#### *Instalación eléctrica*

Local	Potencia total (kW)	Flujo luminoso total (lm)
Aula 1	0,368	21600
Aula 2	0,368	21600
Aula 5	0,460	27000
Sala multiusos	0,920	54000
Dirección	0,184	10800
Sala profesores	0,368	21600
Comedor	0,774	48600
Hall	0,640	36000
Aseos	0,120	7200
cocina	0,516	32400

Tabla 4.4.4: Valores instalación eléctrica en locales

## 5.- CÁLCULOS ENERGÉTICOS

Para poder empezar a trabajar con el programa *Herramienta Unificada Líder Calener*, éste nos pide que se introduzcan datos básicos del edificio tales como:

*Superficie construida* → 841,64 m<sup>2</sup>

*Altura total* → 4,85 m máximo

*Plantas sobre rasante* → 1

*Plantas bajo rasante* → 0

*Normativa vigente edificación* → 2006

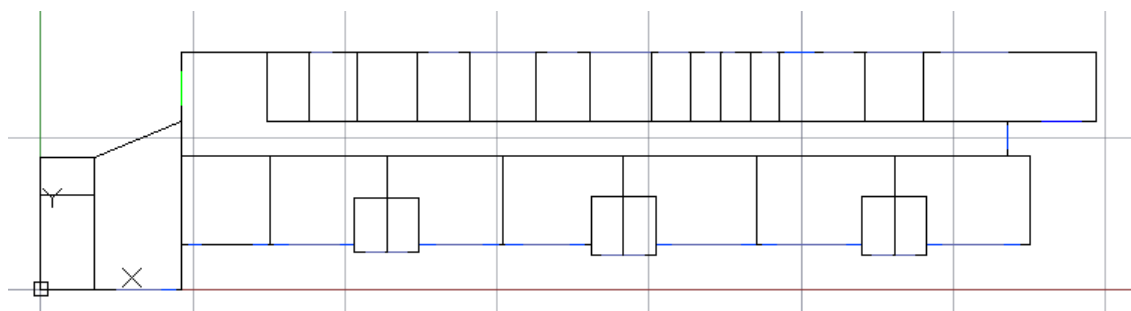
*Normativa vigente instalaciones térmicas* → 2007

*Año construcción* → 2010

*Altitud* → 8 m

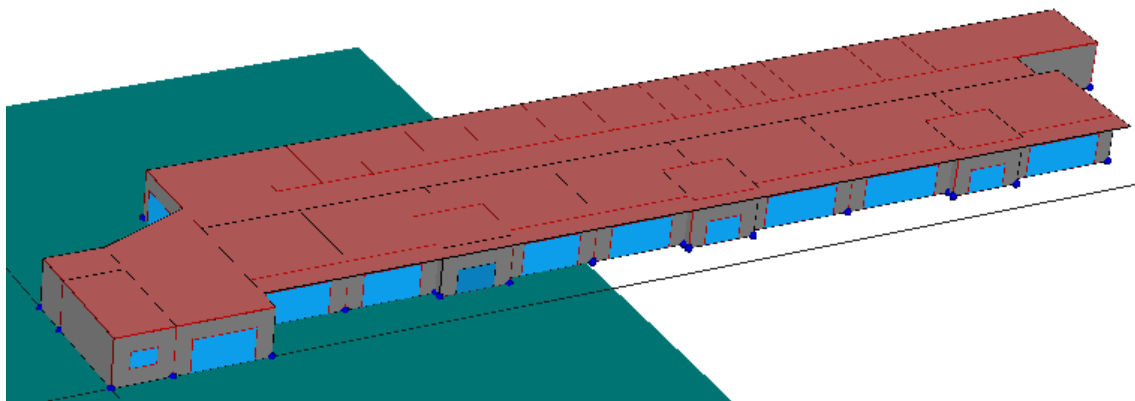
*Zona climática* → B3

Con los datos básicos de entrada ya introducidos, el siguiente paso es diseñar la estructura del edificio, en nuestro caso, se realiza primero el plano del edificio en el programa *AutoCad*, tal y como se muestra en la siguiente imagen (5.1):

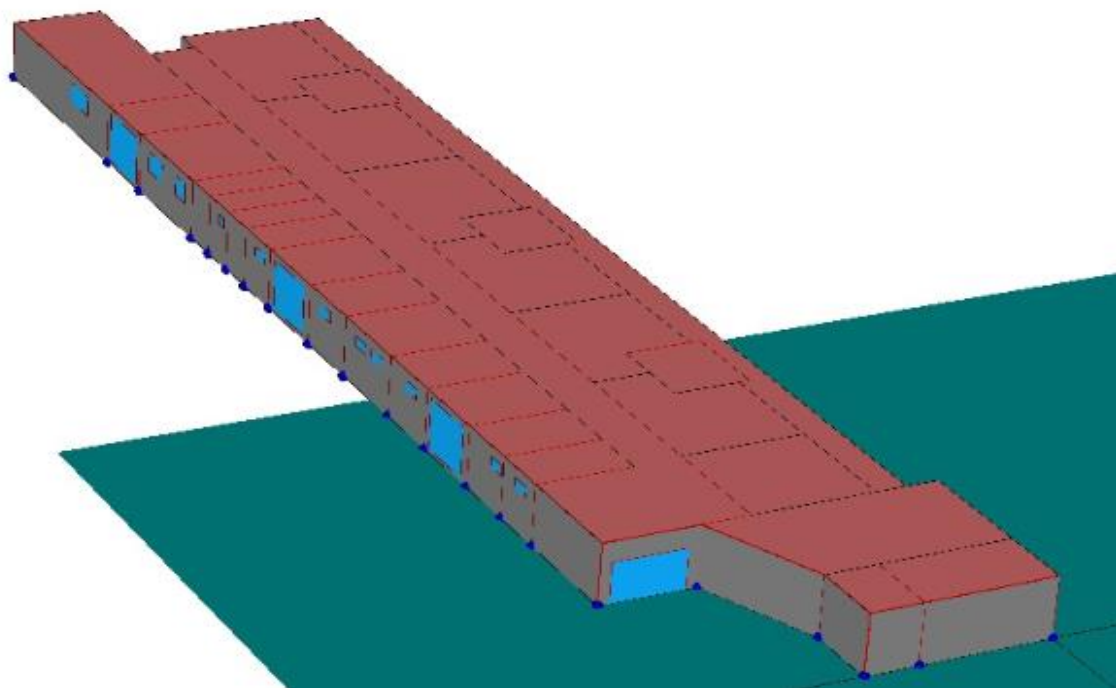


*Imagen 5.1: Plano edificio AutoCad*

Con el plano en *AutoCad* ya diseñado, tal y como se muestra en la *imagen 5.1*, se procede a subirlo al programa *Líder-Calener*, junto con la ejecución de los componentes de la estructura del edificio, quedando el resultado de la siguiente manera:



*Imagen 5.2: Vistas edificio (1)*



*Imagen 5.3: Vistas edificio (2)*

A la vez que se crea la estructura del edificio, también se va añadiendo en la base de datos del programa los materiales que se utilizan en cada uno de los elementos estructurales de la instalación, como se ha definido en apartados anteriores del presente trabajo (*punto 4.3*).

A la hora de realizar los cálculos, es necesario definir con anterioridad la utilidad de cada espacio/local de la guardería, diferenciando entre las siguientes opciones:

- **Acondicionado:** Recinto destinado a la estancia de personas el cual requiere un acondicionamiento tal como ventilación, climatización, acústico y de salubridad adecuadas. Estos espacios disponen de sistemas de calefacción y/o refrigeración.
- **No acondicionado:** Estos espacios no disponen de sistemas de climatización y/o refrigeración, aunque si son espacios habitables de uso.
- **No habitable:** Espacios no destinados a la estancia permanente de personas o a una duración muy breve de tiempo. Solo exige condiciones mínimas de salubridad.

En el programa “*Líder-Calener*”, los espacios los definimos como acondicionados en casi todos los locales debido a que poseen sistemas de calefacción y/o refrigeración tales como suelo radiante o equipos de refrigeración (aulas, sala multiusos, despachos administración, pasillo central, hall, comedor).

Las excepciones son almacén, cocina, aseos, cuarto de limpieza y sala calderas.

Para referirnos al ***tipo de uso de cada local*** que nos pide el programa, utilizamos el término *Intensidad alta-8horas* en todos los locales acondicionados y de *Intensidad baja-8 horas* en los locales no acondicionados.

A la hora de introducir el número de ***renovaciones de aire por hora***, el RITE (reglamento instalaciones térmicas en edificios) establece diferencias en cuanto a la calidad del aire interior (IDA) basándose en el uso de los edificios, tal y como se muestra en la siguiente tabla (5.1).

<i>IDA 1 (calidad óptima)</i>	Hospitales, laboratorios, guarderías.
<i>IDA 2 (buena calidad)</i>	Oficinas, hoteles, residencias, museos, aulas, piscinas, salas de tribunales.
<i>IDA 3 (calidad media)</i>	Edificios comerciales, cines, teatros, restaurantes, salas de fiestas, gimnasios.
<i>IDA 4 (calidad baja)</i>	

Tabla 5.1: Categoría de calidad aire interior según edificios

El edificio objeto de este trabajo, tal y como se observa en la tabla anterior (5.1), requiere un aire de una calidad óptima (IDA 1). En función del grado de contaminación de cada local se debe aplicar un número mayor o menor de *renovaciones de aire por hora*. A continuación, son mostrados los valores utilizados en los distintos locales del edificio, siguiendo los criterios del RITE.

local	Ren/hora
Aulas, sala multiusos, despachos administración, hall y aseos aulas	5
Comedor y cocina	15
Almacén, sala de calderas, sala de limpieza y aseos administración	3

*Tabla 5.2: Renovaciones aire por hora*

Los datos que pide el programa para acabar de definir las propiedades de cada espacio son referidos a la **iluminación**, en concreto pide la potencia de iluminación instalada y el valor de eficiencia energética.

El valor de la eficiencia energética por cada 100 lux se determina mediante la siguiente expresión, siguiendo lo redactado en el CTE.

$$\mathbf{VEEI = P \times 100 / S \times E}$$

P = potencia total instalada lámparas más equipos auxiliares (W)

S = superficie iluminada (m<sup>2</sup>)

E = iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Estos datos que se introducen en el programa son los mostrados en la siguiente tabla (5.3):

Local/espacio	Potencia instalada iluminación (W/m <sup>2</sup> )	Valor eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> /100lux)
Aula 1	11,8	3,4
Aula 2	11,59	3,4
Aula 5	10,96	3,3
Sala multiusos	19,97	3,4
Dirección	13,52	3,6
Sala profesores	20,49	3,5
Comedor	14,76	4,2
Hall	16,91	4,9
Aseos	17,22	8,5
Cocina	25,66	5,1

Tabla 5.3: Iluminación

Para el correcto funcionamiento de las instalaciones y equipos térmicos en el edificio, es necesario conocer las **cargas térmicas** de éste, es decir la potencia necesaria que se va a necesitar para contrarrestar o favorecer el intercambio de energía para poder obtener las condiciones más favorables posibles.

Los factores a tener en cuenta para el cálculo de las cargas térmicas son múltiples, tales como cerramientos, superficies acristaladas, ventilación, cargas generadas por personas, iluminación, equipos eléctricos, etc....

Para hallar dichas cargas, tanto en calefacción como en refrigeración, se utiliza el programa "**Clima**", el cual nos proporciona las cargas térmicas totales del edificio como de cada uno de los locales por separado (tablas 5.4 y 5.5).



**Cargas calefacción**

Fecha máxima de carga: Febrero, hora: 08:00

<b>CARGAS DEL EDIFICIO</b>	<b>Total (kW)</b>	<b>Sensible (kW)</b>	<b>CARGAS EN LOCALES</b>	<b>Total (kW)</b>	<b>Sensible (kW)</b>
Ocupantes	0	0	Cocina	-2,21	-1,42
Luces	0	0	Almacén	0	0
Equipos	0	0	Comedor	-7,01	-4,74
Ventilación	-44,2	-21,67	Aula 1	-3,32	-2,11
Cerramientos	-15,27	-15,27	Aula 2	-3,83	-2,46
Huecos	-2,57	-2,57	Aseo 2	0	0
Puentes térmicos	0	0	Aula 3	-3,97	-2,61
Mayoración	3,1	-1,98	Aula 4	-3,82	-2,45
<b>TOTAL</b>	<b>-65,14</b>	<b>-41,49</b>	Aseo 4	0	0
			Aseo 5	0	0
			Aula 5	-4,51	-2,86
			Aula 6	-4,54	-2,9
			Aseo 6	0	0
			Aseo 7	0	0
			Aula 7	-4,66	-3,02
			Sala multiusos	-5,14	-3,3
			Sala calderas	0	0
			Limpieza	0	0
			Aseo mujeres	0	0
			Aseo hombres	0	0
			Psicopedagogo	-1,18	-0,78
			Dirección	-1,55	-1
			Profesores	-2,01	-1,31
			Secretaría	-1,56	-1
			Archivo	-1,39	-0,9
			Control	-1,29	-0,84
			Pasillo-hall	-13,14	-7,8
			Aseo 3	0	0

Tabla 5.4: Cargas térmicas en calefacción del edificio

**Cargas refrigeración**

Fecha máxima de carga: Agosto, hora: 13:00					
CARGAS DEL EDIFICIO	Total (kW)	Sensible (kW)	CARGAS EN LOCALES	Total (kW)	Sensible (kW)
Ocupantes	41,04	22,89	Cocina	3,47	1,89
Luces	9,93	9,93	Almacén	0	0
Equipos	8,78	8,78	Comedor	11,17	6,58
Ventilación	36,31	8,97	Aula 1	6,22	3,76
Cerramientos	3,36	3,36	Aula 2	6,89	4,13
Huecos	8,86	8,86	Aseo 2	0	0
Puentes térmicos	0	0	Aula 3	7,11	4,36
Mayoración	5,41	3,14	Aula 4	6,94	4,17
<b>TOTAL</b>	<b>113,69</b>	<b>65,93</b>	Aseo 4	0	0
			Aseo 5	0	0
			Aula 5	8,29	4,96
			Aula 6	8,28	4,95
			Aseo 6	0	0
			Aseo 7	0	0
			Aula 7	8,25	4,93
			Sala multiusos	8,66	4,94
			Sala calderas	0	0
			Limpieza	0	0
			Aseo mujeres	0	0
			Aseo hombres	0	0
			Psicopedagogo	1,88	1,07
			Dirección	2,53	1,42
			Profesores	3,36	1,93
			Secretaría	2,54	1,43
			Archivo	2,25	1,26
			Control	2,1	1,18
			Pasillo-hall	23,76	12,98
			Aseo 3	0	0

Tabla 5.5: Cargas térmicas en refrigeración del edificio

Una vez se tienen todos los componentes estructurales del edificio definidos, junto con la envolvente de este y tipos de uso de cada local, se ejecuta la aplicación del programa (“*Lider-Calener*”) resultados, el cual ofrece por un lado la **demanda del edificio**, en kWh/m<sup>2</sup>, anual, de calefacción y refrigeración, junto con una comparativa del edificio base (en azul), y el edificio con capacidades adicionales (naranja), tal y como se muestra en la imagen siguiente (5.4).

En el programa es necesario partir de un edificio definido previamente, este edificio es igual al edificio objeto de análisis, pero sin elementos especiales. Debido a que no se corresponde con el edificio real (por no incluir los elementos especiales) se designa en el programa como edificio “base”.

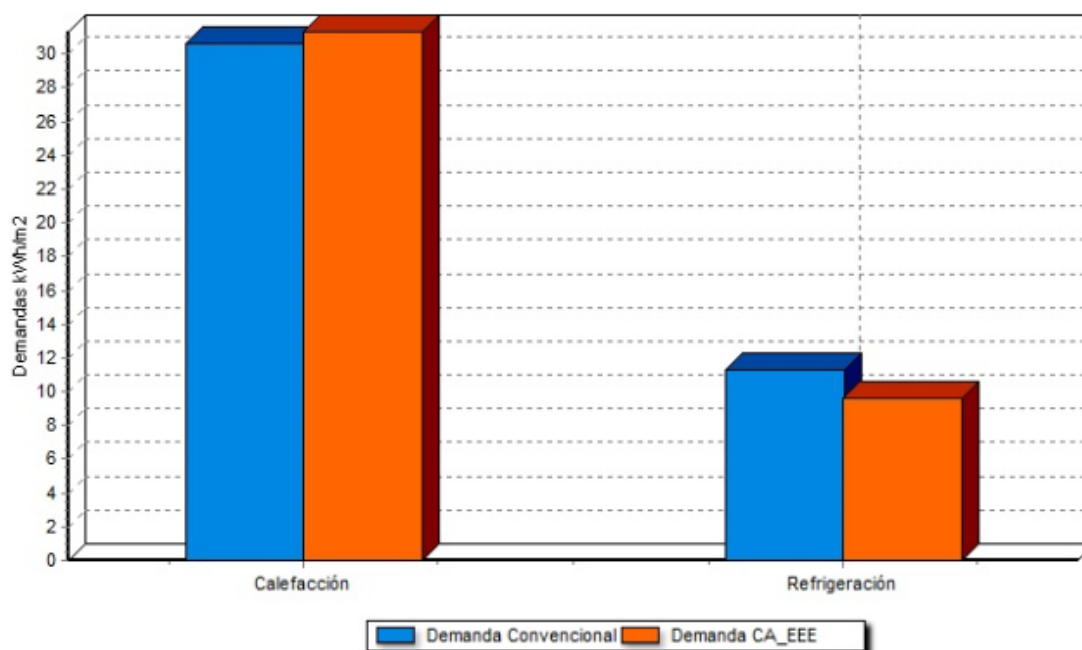


Imagen 5.4: Gráfico demandas calefacción y refrigeración

En las dos pantallas posteriores el programa nos muestra ambas demandas divididas en meses, tal y como indican las imágenes posteriores (5.5 y 5.6).

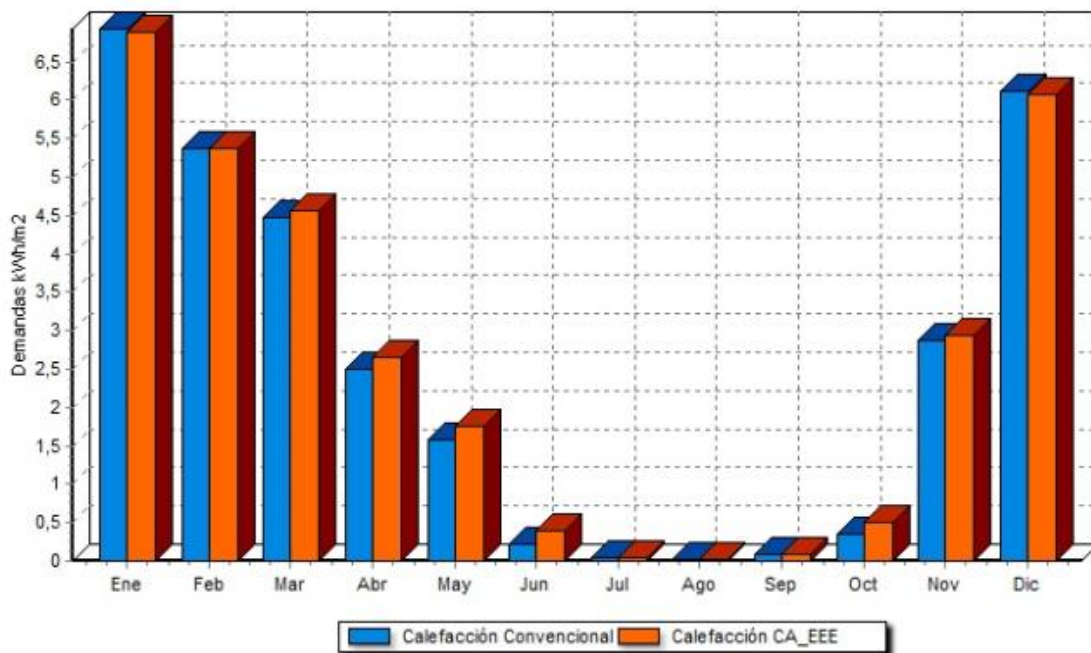


Imagen 5.5: Demanda calefacción mensual

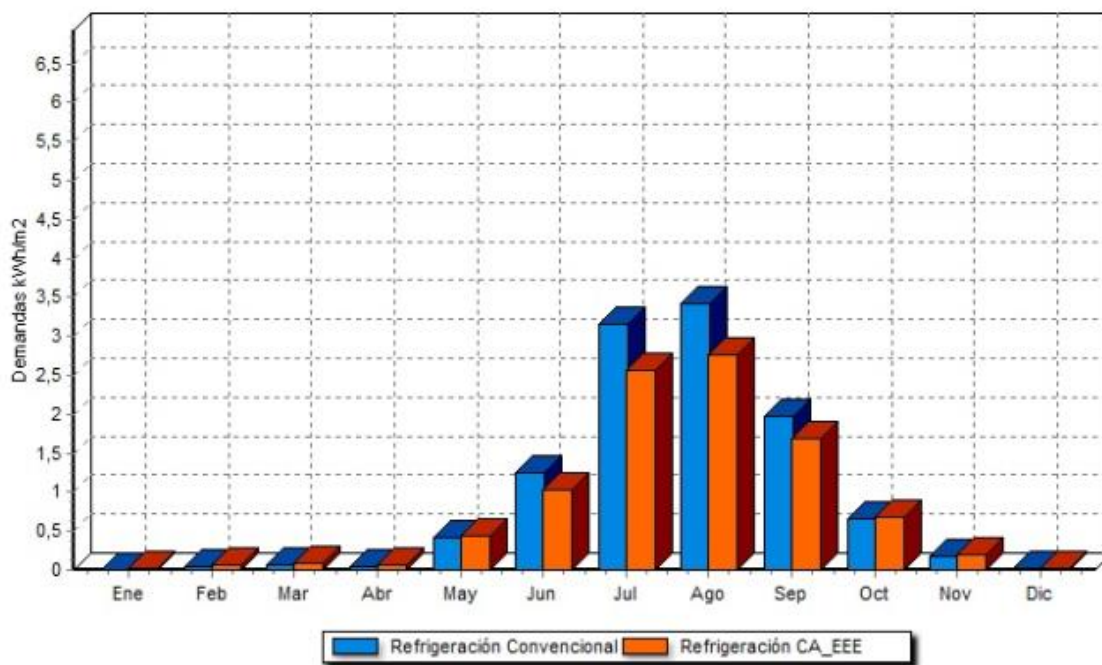


Imagen 5.6: Demanda refrigeración mensual

Con estos datos ya completados, procedemos a *verificar el documento DB-HE*, (Documento básico de ahorro de energía), mostrándonos los resultados que se muestran a continuación. Se calculan las demandas conjuntas, tanto de calefacción como de refrigeración, del edificio objeto (color verde si el valor es menor al límite o rojo si supera el límite) y del edificio de referencia (color azul). El valor límite se obtiene sustrayéndole a la demanda conjunta del edificio de referencia la reducción exigida por el DB-HE 1, mostrándose como una barra en el edificio de referencia.

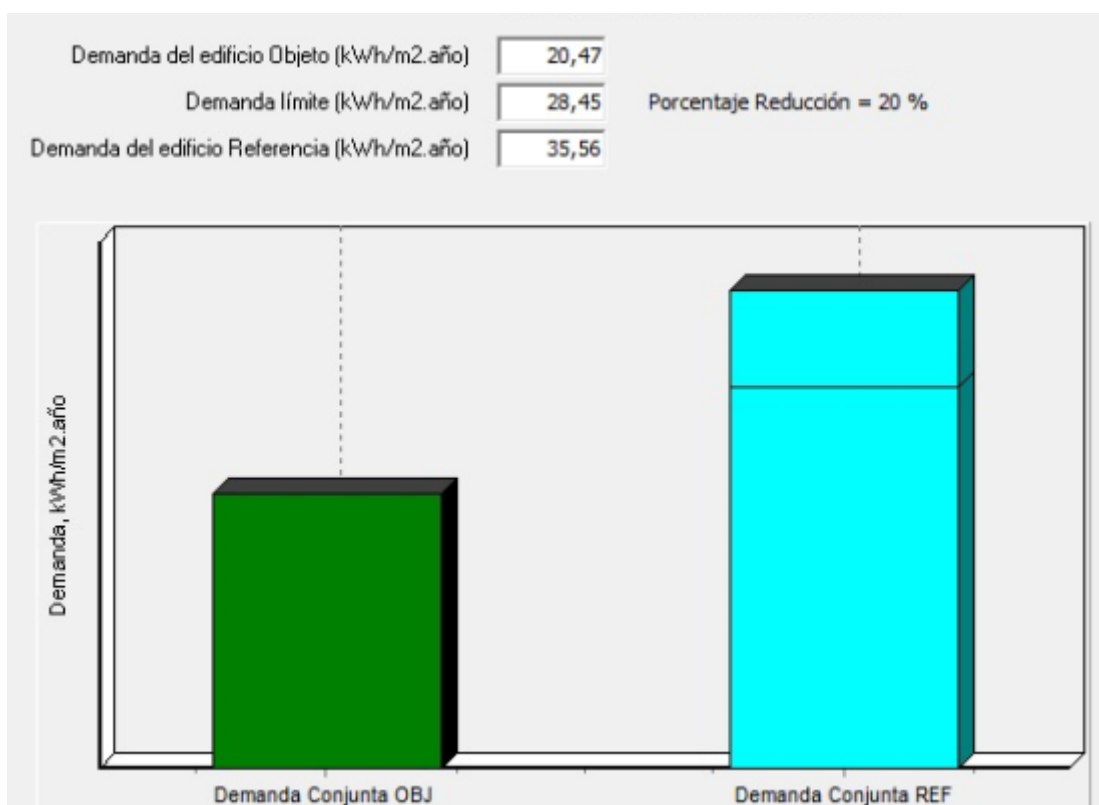


Imagen 5.7: Verificación límite demanda (DB-HE)

El siguiente paso realizado es introducir los *equipos y unidades terminales* del edificio, así como la preparación de ACS, para satisfacer las respectivas demandas y evaluar de esta manera el consumo de energía final, consumo de energía primaria no renovable y emisiones CO<sub>2</sub>.

Aplicamos al programa un *sistema mixto de calefacción y ACS*, para ello contamos con un conjunto de radiadores/suelo radiante, una demanda de ACS, una caldera de condensación de Gas Natural y dos depósitos acumuladores de ACS.

El *sistema mixto* cuenta con las siguientes características, las cuales son requeridas por el programa:

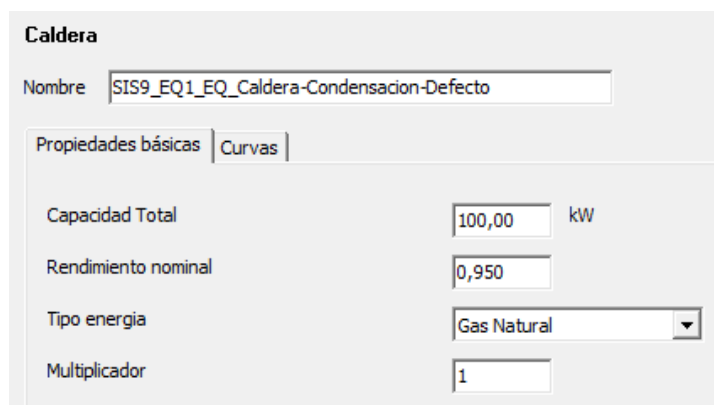
- Fracción cubierta por sistema solar → 72%
- Temperatura de impulsión sanitaria → 60°C
- Temperatura de impulsión calefacción → 80°C

Mixto calefacción y ACS	
Nombre	SIS_Mixto_calefaccion_y_ACS
Propiedades básicas	
Fracción cubierta por el sistema solar térmico	72,0 %
Temperatura de impulsión sanitaria	60,0 °C
Temperatura de impulsión calefacción	80,0 °C
Multiplicador	1

*Imagen 5.8: Descripción sistema*

Para la **caldera de condensación** el programa nos pide los siguientes datos:

- Capacidad total → 100 KW
- Rendimiento nominal → 0,950
- Tipo de energía → Gas Natural



**Caldera**

Nombre: SIS9\_EQ1\_EQ\_Caldera-Condensacion-Defecto

Propiedades básicas | Curvas

Capacidad Total: 100,00 kW

Rendimiento nominal: 0,950

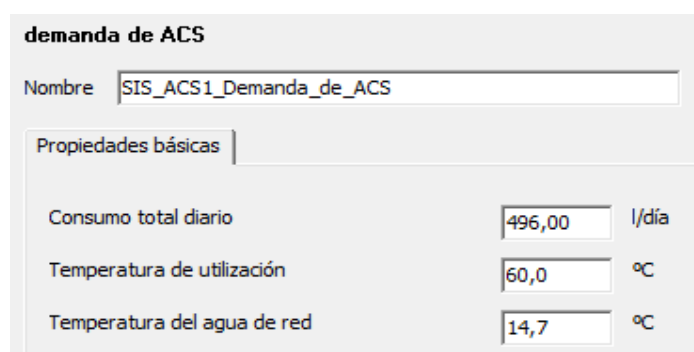
Tipo energía: Gas Natural

Multiplicador: 1

*Imagen 5.9: Descripción caldera*

La **demanda de ACS** cuenta con las siguientes propiedades:

- Consumo total diario → 496 l/día
- Temperatura de utilización → 60 °C
- Temperatura del agua de red → 14,7 °C



**demanda de ACS**

Nombre: SIS\_ACS1\_Demanda\_de\_ACS

Propiedades básicas

Consumo total diario: 496,00 l/día

Temperatura de utilización: 60,0 °C

Temperatura del agua de red: 14,7 °C

*Imagen 5.10: Demanda ACS edificio*

En los **radiadores/suelo radiante** utilizamos las potencias descritas a continuación para cada uno de ellos y los ubicamos en sus zonas y locales correspondientes.

Sus zonas de actuación son las comentadas en el apartado 4.4 del presente trabajo (comedor, pasillo central y hall, despachos administración, aulas y sala multiusos).

Para las *potencias de cada radiador* nos basamos en los cálculos de cargas térmicas en calefacción realizados anteriormente con el programa “Clima” (tabla 5.4), tal y como se muestra en la tabla siguiente (5.6).

Zona/local	Potencia (kW)
Comedor	5
Aula 1	3
Aula 2	3
Aula 3	3
Aula 4	3
Aula 5	4
Aula 6	4
Aula 7	4
Multiusos	4
Psicopedagogo	1
Dirección	2
Profesores	2
Secretaria	2
Archivo	2
Control	2
Pasillo-hall	8

Tabla 5.6: Potencias radiadores/suelo radiante

**Radiador**

Nombre

Propiedades básicas

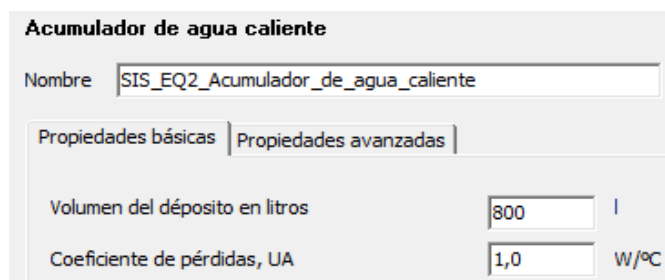
Capacidad nominal  kW

Espacio

Imagen 5.11: Ejemplo radiador aula 1



La instalación cuenta con dos **depósitos acumuladores de ACS**, uno de 300 litros y otro de 500 litros.



*Imagen 5.12: Depósitos acumuladores ACS*

Para satisfacer la demanda de refrigeración requerida, el edificio tal y como se explica en el apartado 4.4 y en la tabla 4.4.1 de la presente memoria, cuenta con una instalación a posteriori de **equipos autónomos de aire solo frío**, conocidos como equipos “splits” aire acondicionado.

En el programa aplicamos **climatización unizona** como unidad terminal, junto con su **equipo de aire-aire solo frío** en las zonas correspondientes, tal y como se muestra a continuación.

A la hora de introducir las características de cada equipo autónomo Split de aire acondicionado en el programa, hemos seguido las necesidades de cada espacio o local según los cálculos de cargas térmicas llevadas a cabo con el programa “Clima”, (imagen 5.5), para refrigeración y apoyándonos en el manual del programa “*Herramienta Unificada Líder-Calener*”, tal y como se detalla a continuación.

Para el cálculo de la **capacidad total de refrigeración nominal** se utilizan los datos ofrecidos por el programa “Clima” en cargas térmicas de refrigeración.

Para la **capacidad sensible de refrigeración nominal** se utiliza el porcentaje siguiente:

$$0,65 \times \text{capacidad total de refrigeración nominal}$$

Para el *consumo de refrigeración nominal*:

$$\frac{\text{capacidad total refrigeración nominal}}{2,5}$$

Como requisito previo del programa para este apartado, es necesario introducir el *caudal de ventilación* de cada espacio en el que introduzcamos el equipo autónomo de solo frío.

Para ello se ha utilizado el *aforo* de ocupación del local, según proyecto de ejecución, junto con la normativa del RITE en cuanto a caudal de ventilación se refiere, en este caso se utiliza 72 m<sup>3</sup>/h por persona por tratarse de una guardería.

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación (pers/m <sup>2</sup> )	Aforo (pers)
Aula 1	30,82	1per/2m <sup>2</sup>	16
Aula 2	34,54	1per/2m <sup>2</sup>	17
Aula 3	34,60	1per/2m <sup>2</sup>	17
Aula 4	34,77	1per/2m <sup>2</sup>	17
Aula 5	41,87	1per/2m <sup>2</sup>	21
Aula 6	41,93	1per/2m <sup>2</sup>	21
Aula 7	41,87	1per/2m <sup>2</sup>	21
Multiusos	46,31	1per/5m <sup>2</sup>	10
Comedor	58,94	1per/1,5m <sup>2</sup>	39

Tabla 5.7: Aforos

Con todos estos datos se muestra a continuación la siguiente tabla (5.8) de características y propiedades del sistema de *climatización unizona* de equipos de aire acondicionado “splits” que pide el programa.

Zona	Capacidad total refrigeración nominal (kW)	Capacidad sensible refrigeración nominal (kW)	Consumo refrigeración nominal (kW)	Caudal impulsión nominal (m <sup>3</sup> /h)	Caudal ventilación (m <sup>3</sup> /h)
<i>Aula 1</i>	4	2,6	1,6	1200	1152
<i>Aula 2</i>	4	2,6	1,6	1300	1224
<i>Aula 3</i>	4	2,6	1,6	1300	1224
<i>Aula 4</i>	4	2,6	1,6	1300	1224
<i>Aula 5</i>	5	3,25	2	1600	1512
<i>Aula 6</i>	5	3,25	2	1600	1512
<i>Aula 7</i>	5	3,25	2	1600	1512
<i>Multiusos</i>	6	3,9	2,4	1800	720
<i>Comedor</i>	7	4,55	2,8	3000	2808

Tabla 5.8: Características y propiedades equipos “Split” aire acondicionado

A continuación es mostrada la parte del programa “*Herramienta Unificada Líder-Calener*” encargada de **introducir y definir sistemas, equipos y consumos**, tal y como se detalla en los apartados anteriores.

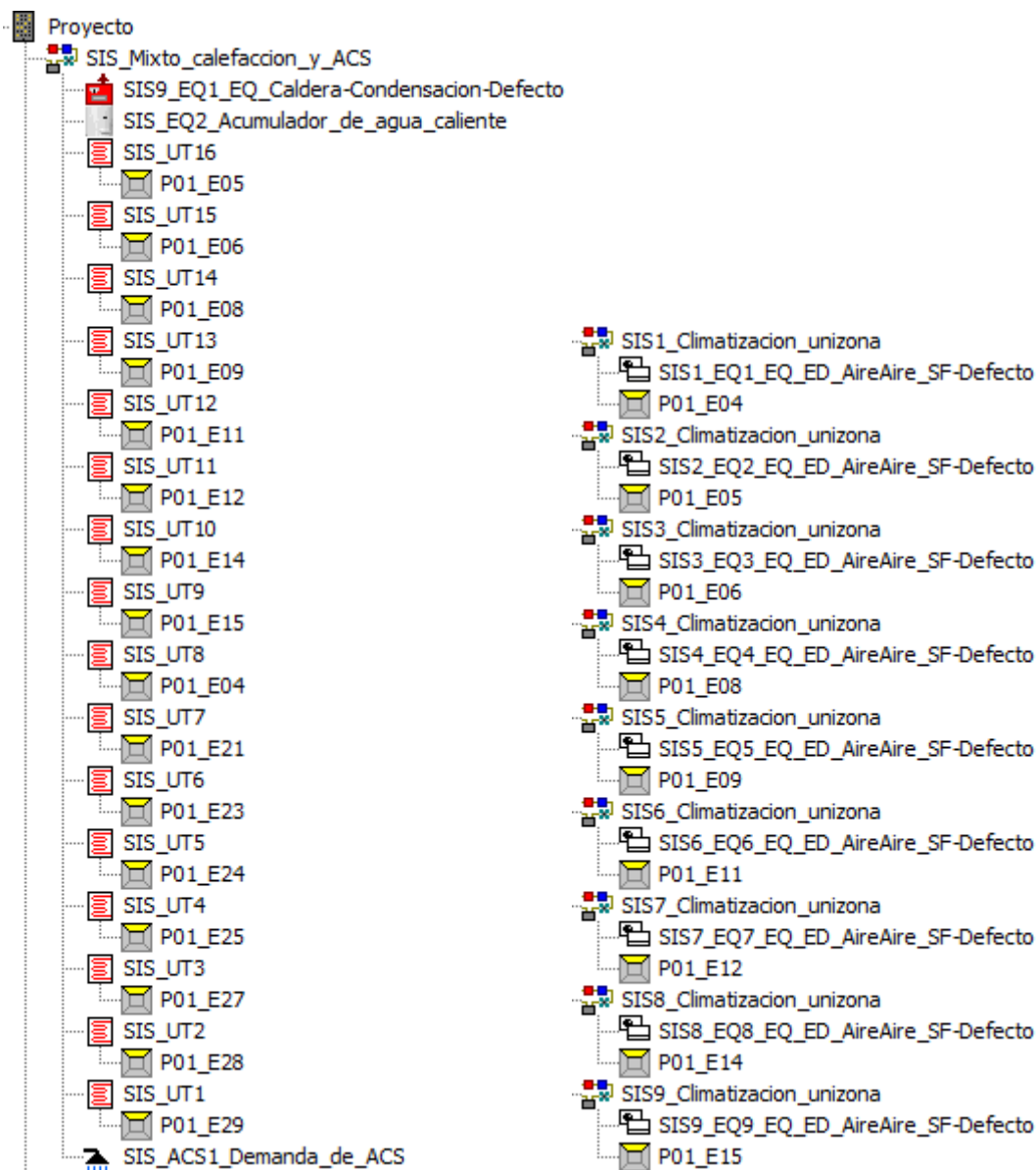


Imagen 5.13: Programa Líder-Calener definición sistemas

Una vez definidos todos los sistemas del edificio, son calculados los *consumos* y se



obtiene la *calificación energética*, tal y como se muestra a continuación. Estos valores y definiciones del edificio junto con los equipos e instalaciones son los que prevalecen en la actualidad.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m <sup>2</sup> año	Edificio Objeto		
	<b>Clase</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/año</b>
Demanda calefacción	C	31,3	50997,4
Demanda refrigeración	B	9,6	15702,9
	<b>Clase</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/año</b>
Consumo energía primaria no renovable calefacción	F	14,1	22997,8
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	B	5,3	8635,1
Consumo energía primaria no renovable ACS	B	2,3	3810,5
Consumo energía primaria no renovable iluminación	B	50,6	82394,9
Consumo energía primaria no renovable totales	B	72,4	117838,2
	<b>Clase</b>	<b>kgCO2/m<sup>2</sup> año</b>	<b>kgCO2/año</b>
Emisiones CO2 calefacción	E	3,0	4885,1
Emisiones CO2 refrigeración	B	0,9	1465,5
Emisiones CO2 ACS	B	0,5	814,2
Emisiones CO2 iluminación	B	7,1	11561,3
Emisiones CO2 totales	B	11,5	18726,1

Imagen 5.14: Gráfico y resultados calificación energética edificio

Edificio Objeto		
* Demandas	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	31,3	50997,4
Refrigeración	9,6	15702,9

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	11,9	19325,9
Refrigeración	2,7	4419,2
ACS	2,0	3202,1
Iluminación	21,4	34795,1
Global	37,9	61742,3

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	14,1	22997,8
Refrigeración	5,3	8635,1
ACS	2,3	3810,5
Iluminación	50,6	82394,9
Global	72,4	117838,2

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
Calefacción	3,0	4885,1
Refrigeración	0,9	1465,5
ACS	0,5	814,2
Iluminación	7,1	11561,3
Global	11,5	18726,1

\* Estas demandas son de energía sensible y no incluyen las debidas a la ventilación en los sistemas

*Imagen 5.15: Resultados demandas, consumos y emisiones*

El siguiente paso es *verificar* el cumplimiento de la exigencia 2.2.1 de la sección **HE0**



, obteniendo así el resultado siguiente:

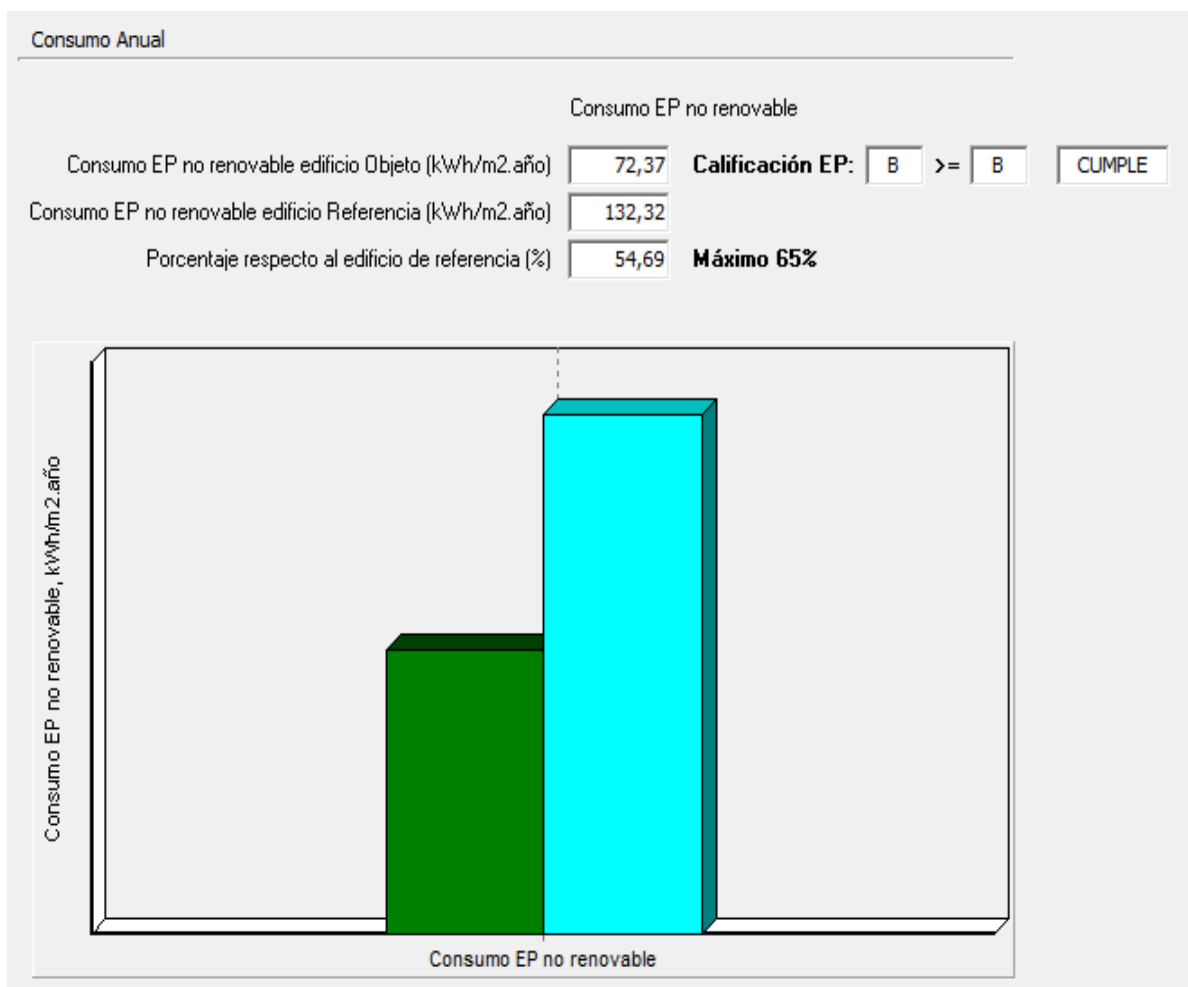


Imagen 5.16: Verificación del límite de consumo

Para finalizar la *certificación energética* del edificio, el programa genera los *informes administrativos* correspondientes, los cuales son mostrados en el apartado “Anexos” de la memoria.

Como dato orientativo y de acompañamiento, mostramos el resultado del edificio en el momento de su inauguración, es decir, sin los equipos autónomos de refrigeración y su correspondiente comparativa con su estado actual, es decir, con los equipos de refrigeración.

**Certificado en la fecha de construcción (SIN EQUIPOS REFRIGERACIÓN)**

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m <sup>2</sup> año	Edificio Objeto		
	<b>Clase</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/año</b>
<b>Demanda calefacción</b>	C	31,3	50997,4
<b>Demanda refrigeración</b>	B	9,6	15702,9
	<b>Clase</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/año</b>
<b>Consumo energía primaria no renovable calefacción</b>	B	14,1	22895,0
<b>Consumo energía primaria no renovable refrigeración</b>	-	-	-
<b>Consumo energía primaria no renovable ACS</b>	B	2,3	3810,5
<b>Consumo energía primaria no renovable iluminación</b>	B	50,6	82394,9
<b>Consumo energía primaria no renovable totales</b>	B	67,0	109100,4
	<b>Clase</b>	<b>kgCO2/m<sup>2</sup> año</b>	<b>kgCO2/año</b>
<b>Emisiones CO2 calefacción</b>	B	3,0	4885,1
<b>Emisiones CO2 refrigeración</b>	-	-	-
<b>Emisiones CO2 ACS</b>	B	0,5	814,2
<b>Emisiones CO2 iluminación</b>	B	7,1	11561,3
<b>Emisiones CO2 totales</b>	B	10,6	17260,6

Imagen 5.17: Certificado edificio sin equipos refrigeración

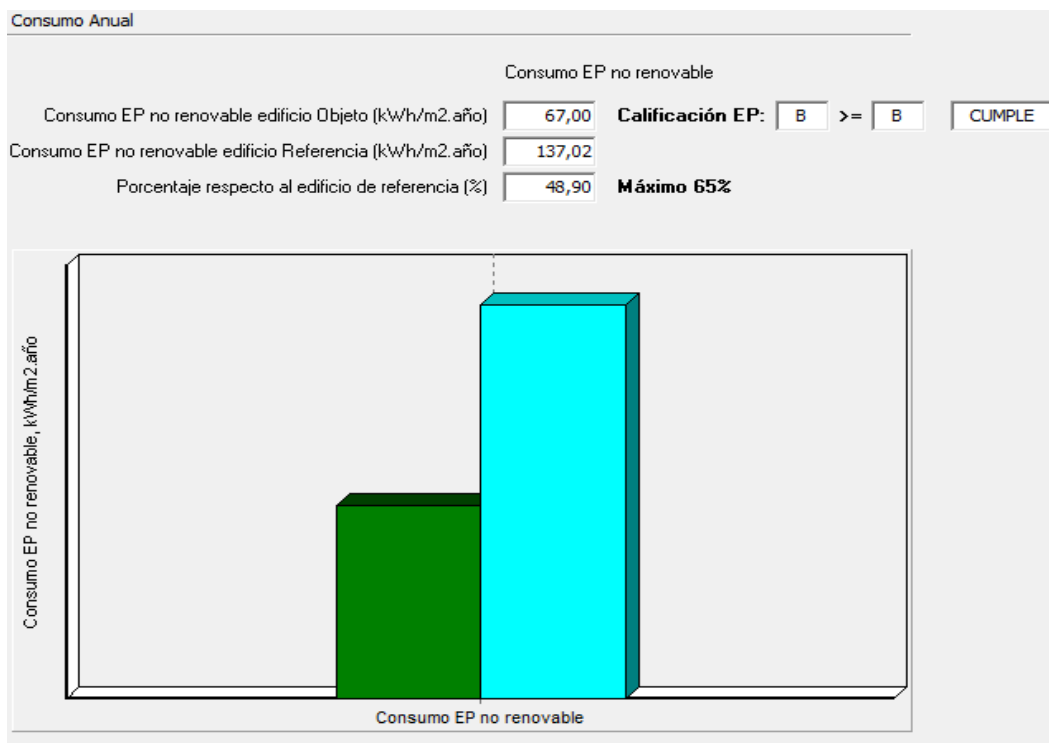


Imagen 5.18: Verificación sin equipos refrigeración

**En la actualidad, con equipos de refrigeración**

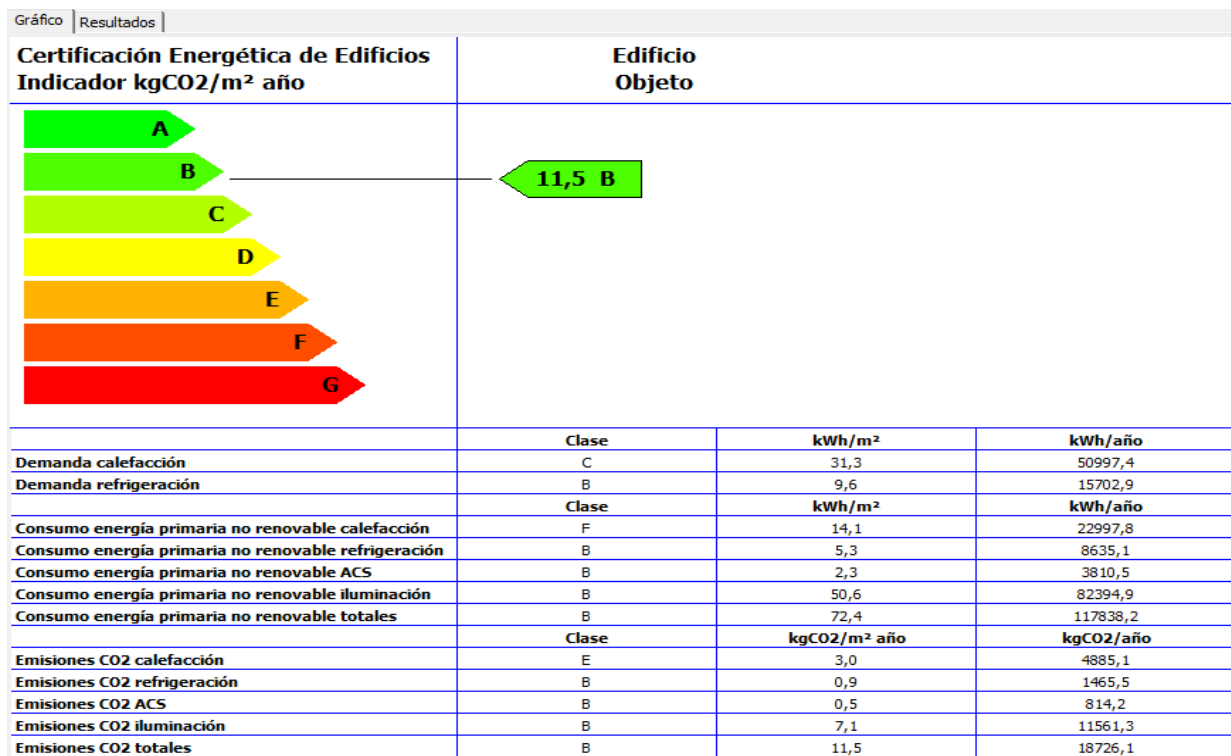


Imagen 5.19: Certificado estado actual



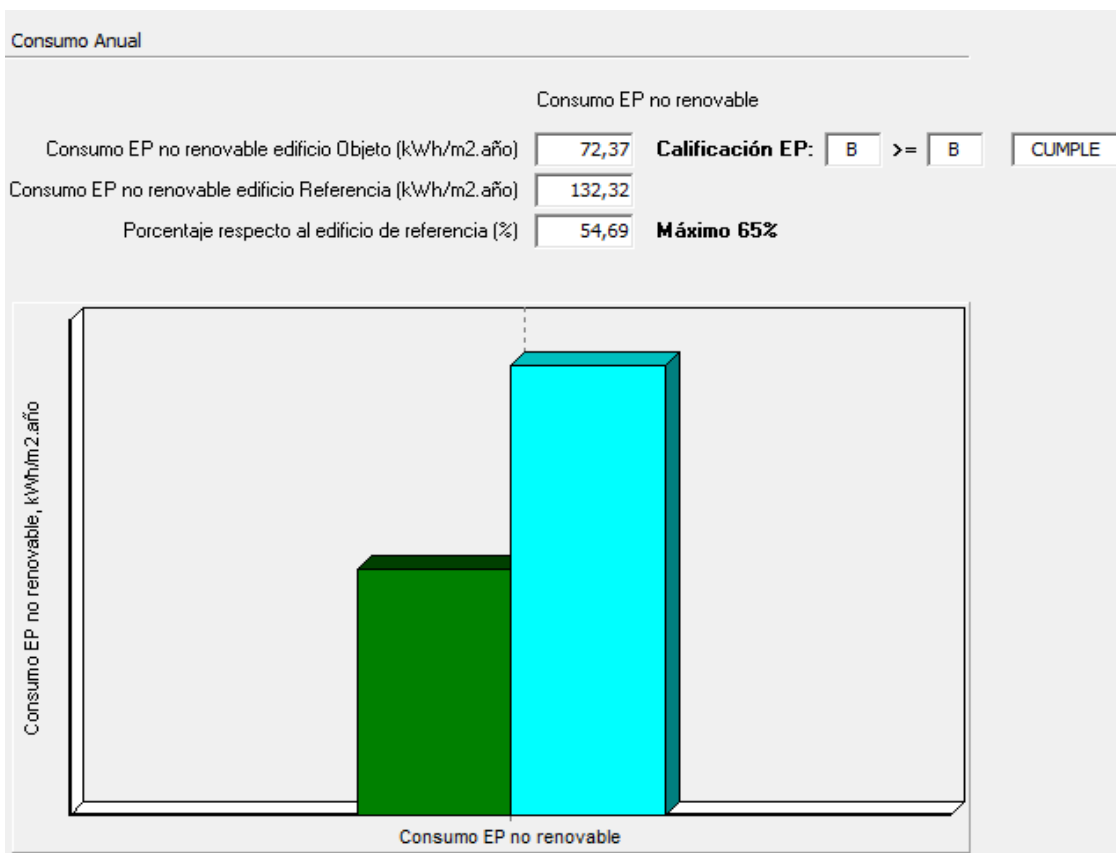


Imagen 5.20: Verificación estado actual

## **6.- RESUMEN RESULTADOS**

El edificio objeto cumple con la normativa vigente del CTE y sus respectivas medidas de ahorro energético, tal y como podemos comprobar en la realización del certificado energético del mismo. Otra cosa es que estemos obteniendo las mejores condiciones posibles en materia de eficiencia energética y ahorro económico.

En general el edificio cuenta con bastante buena eficiencia (*letra B*), pero deja bastante margen de mejora en el sistema de *calefacción*, tanto en el consumo como en las emisiones de CO<sub>2</sub>, tal y como se puede ver en el punto anterior (5) (*imagen 5.19*). Este apartado será el que centre la parte más importante de las posibles propuestas de mejora del edificio, aunque también tendremos en cuenta otros aspectos como la *iluminación*, pues tiene uno de los mayores consumos, y el *sistema envolvente* del edificio, para poder disminuir la demanda.

A la hora de implementar medidas de eficiencia y ahorro energético en un edificio, podemos diferenciar dos opciones, medidas pasivas o medidas activas.

Las pasivas son las que afectan directamente a la demanda energética del edificio, referidas a la envolvente de éste, como puedan ser todo tipo de aislamientos, vidrios, carpinterías, huecos, etc....

Las medidas activas por su parte son las que afectan directamente a los sistemas y equipos instalados en el edificio, como puedan ser sustituir calderas, bombas de calor o cualquier otro equipo por otros con mejor rendimiento, mayor COP, EER, etc....

Nos centramos en nuestro caso, en la sustitución de los equipos y máquinas térmicas, concretamente en el cambio de la caldera de condensación por otro aparato de mayor rendimiento, como puedan ser bombas de calor, que nos pueda ofrecer una disminución del consumo y de las emisiones contaminantes. Se tendrá en cuenta también las medidas pasivas antes comentadas para poder disminuir la demanda energética del edificio, así como el consumo de iluminación.

## **7.- PROPUESTAS DE MEJORA**

Como se puede observar en los resultados del programa *Herramienta Unificada Líder-Calener* (imagen 5.19) y tal y como hemos mencionado en el punto anterior (6), vamos a centrarnos primero en mejorar/sustituir los equipos de calefacción y producción ACS, para así poder disminuir el consumo y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Posteriormente centraremos las mejoras en la iluminación y la envolvente del edificio.

El principal equipo que se encuentra en la actualidad en el edificio para satisfacer las necesidades de calefacción y producción de ACS es una **caldera de condensación** de la marca *POWER HT-100* de Roca de 100 KW de potencia (tal y como se detalla en el apartado 4.4 del presente trabajo).

Estas calderas de condensación se caracterizan respecto a las calderas tradicionales en que consiguen recuperar el calor latente que proviene de la condensación de los vapores de agua, situación que en las calderas tradicionales se desperdiciaban en la salida de humos, consiguiendo así rendimientos cercanos al 100%. Debido a esta actuación se consigue ahorrar en el consumo de energía en torno a un 25-30% respecto a las calderas sin este tipo de tecnología, además de disminuir la emisión de sustancias contaminantes como NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub>.

Como desventajas respecto a las tradicionales podemos mencionar la necesidad de instalación de un desagüe para la eliminación de condensados y el propio coste de adquisición e instalación, aunque este último punto es claramente recuperable a favor debido a la disminución de consumo y con ello de ahorro económico.

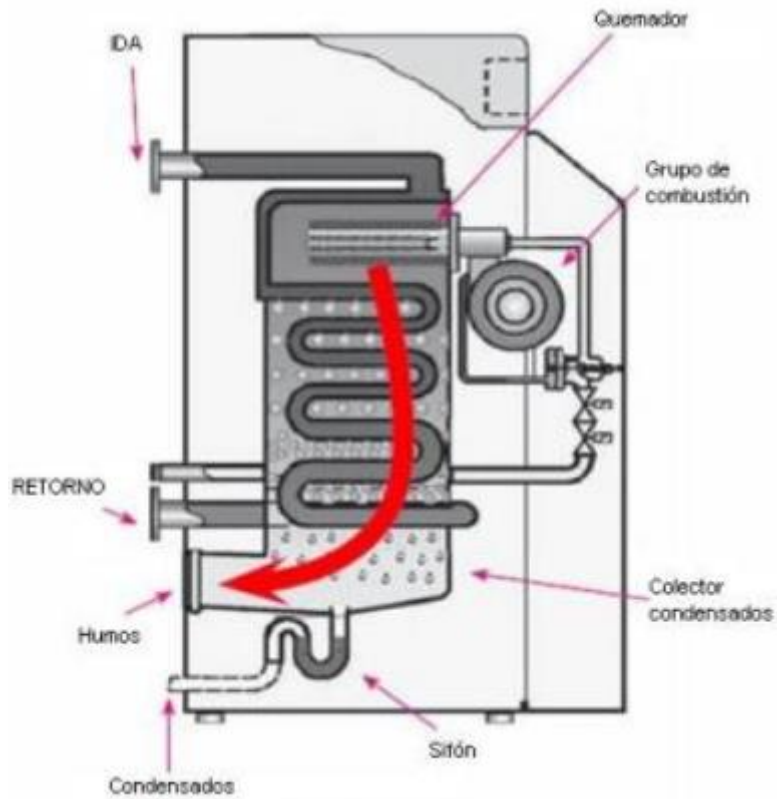


Imagen 7.1: Caldera de condensación funcionamiento (1)

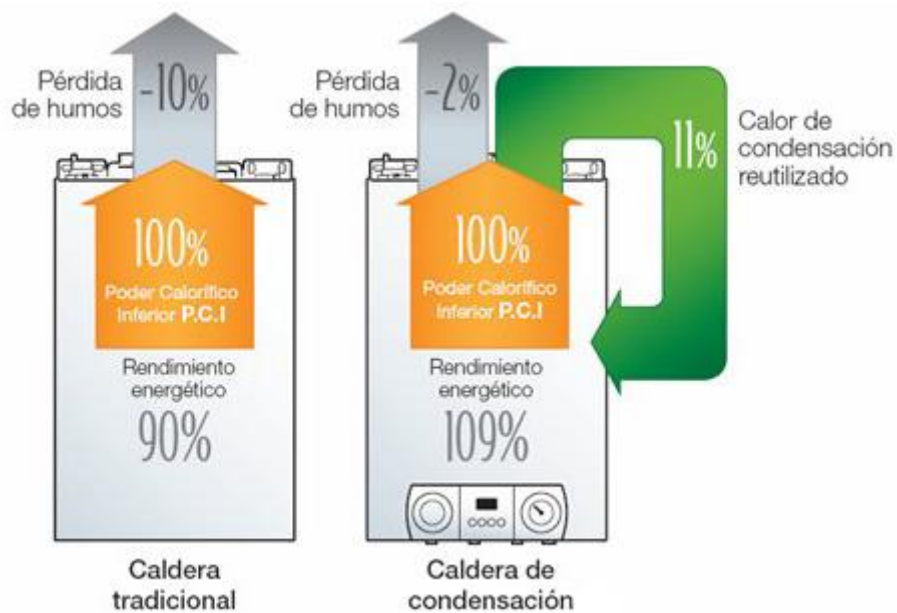


Imagen 7.2: Caldera de condensación funcionamiento (2)

Sin embargo, y aunque son aparatos bastante eficientes, existe en el mercado un equipo mucho más eficiente que estas calderas de condensación. Estos equipos responden al nombre de **bomba de calor**, el cual propondremos como mejora en el edificio, ejerciendo de sustitutivo a la caldera de condensación instalada en la actualidad.

Una **bomba de calor** es un sistema de climatización cuya finalidad es aportar calor a un espacio o local. Su funcionamiento está basado en un ciclo de refrigeración reversible, es decir, es capaz de aportar calor y calentar el agua sanitaria, como de aportar frío.

Este sistema puede suministrar calor y/o frío mediante un ciclo de refrigeración reversible a partir de una fuente de energía externa. Normalmente se acciona con energía eléctrica. El elemento de consumo principal es el compresor.

Esta máquina térmica toma la energía del entorno natural (agua, tierra, aire) y la transporta al interior de los locales correspondientes calentándolos o enfriándolos.

Entre sus *ventajas* podemos destacar:

- **Bajo consumo eléctrico.** Las bombas funcionan con un compresor que consume electricidad para transportar el calor, no para generarlo. Consigue así importantes ahorros respecto a los sistemas de calentamiento tradicionales como gas, electricidad o gasóleo.
- **Son reversibles.** Puede ser usada como aparatos de aire acondicionado en verano.
- **Respeto al medio ambiente.** Consume mucha menos energía que otro sistema de climatización, además no emiten CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- **Eficiencia energética.** Rendimiento muy alto, superior al 100%, produce más energía de la que consume.

Cabe mencionar otras ventajas no menos importantes como confort, mantenimiento casi nulo, seguridad, sin ruidos molestos, durabilidad.

Los *componentes de una bomba de calor* son los siguientes:

- **Compresor:** Permite el desarrollo del proceso y requiere de electricidad para su funcionamiento.
- **Condensador:** Es el intercambiador de calor en el que se produce el cambio de fase del refrigerante de vapor a líquido, cediendo calor
- **Válvula de expansión:** Sirve para regular la entrada del refrigerante líquido al evaporador procedente del condensador
- **Evaporador:** Es un intercambiador de calor en el que se produce el cambio de fase del refrigerante de líquido a vapor, absorbiendo calor.

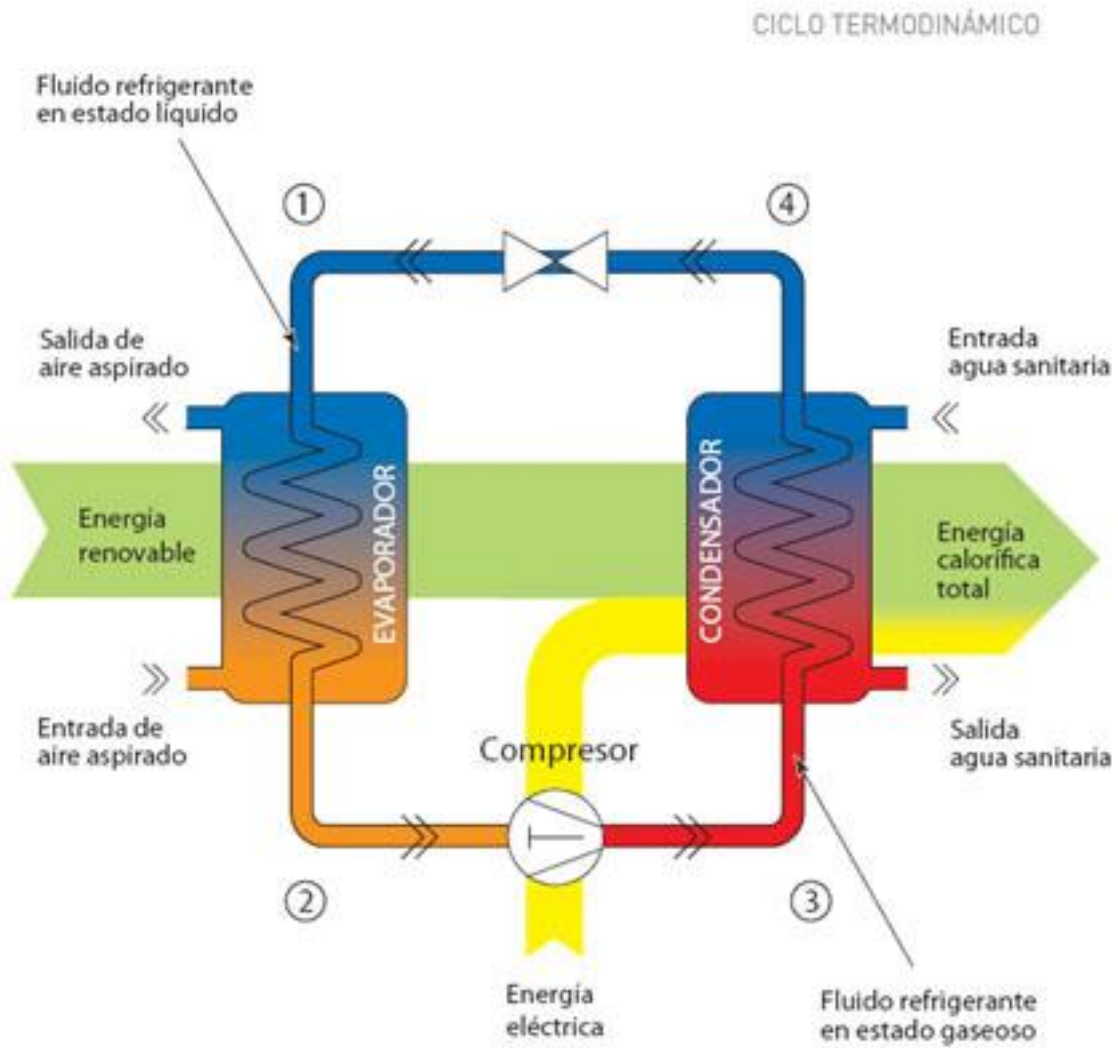
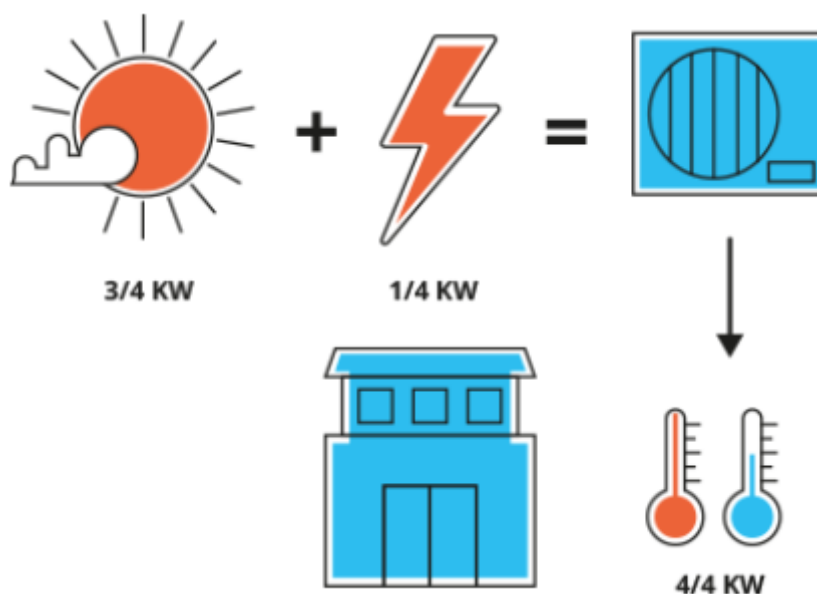


Imagen 7.3: Funcionamiento bomba de calor

Es un aparato muy eficaz, puesto que es capaz de transportar más calor que la energía eléctrica que consume, obteniendo unos suministros de *4 kW/h térmicos por cada 1 kW/h eléctrico consumido*.



*Imagen 7.4: Rendimiento bomba calor*

A la hora de hablar de rendimiento y eficacia en una bomba de calor es necesario introducir previamente el concepto de **COP**, es decir coeficiente de rendimiento, el cual es una expresión de la eficiencia de una bomba de calor.

*Para calcular el COP lo que se está haciendo realmente es comparar la salida de calor del condensador ( $Q$ ) con la potencia suministrada al compresor ( $W$ ).*

$$COP = \frac{Q}{W}$$

*El COP también puede definirse como la relación entre la potencia (kW) que sale de la bomba de calor como calefacción o refrigeración y la potencia (kW) que se suministra al compresor.*

Los rendimientos de la **bomba de calor** son superiores a 1, esto, aunque parezca imposible no lo es, y es debido a que este aparato mueve o transfiere la energía a partir del trabajo del compresor, de un foco frío a un foco caliente, pero no produce calor en sí.

$$COP = \frac{\text{Potencia calorífica aportada}}{\text{Potencia eléctrica consumida}}$$

Una **bomba de calor** suele tener valores de **COP** de entre 2 a 6, dependiendo de las características de la máquina y de las temperaturas de los focos frío y caliente.

Como dato orientativo y sirviendo de ejemplo podemos decir que un **COP** de 3 genera un rendimiento del 300%, es decir, para 1 kW/h de energía eléctrica consumida se aportan 3kW/h de energía en forma de calor.

Además del ahorro evidente que suponen debido a su alta eficiencia y rendimiento, como se puede observar por sus valores de COP explicados anteriormente, estas máquinas suponen a su vez una disminución muy importante de emisiones contaminantes, puesto que el aire que expulsa no es resultado de ninguna combustión, sino que es aire fresco.

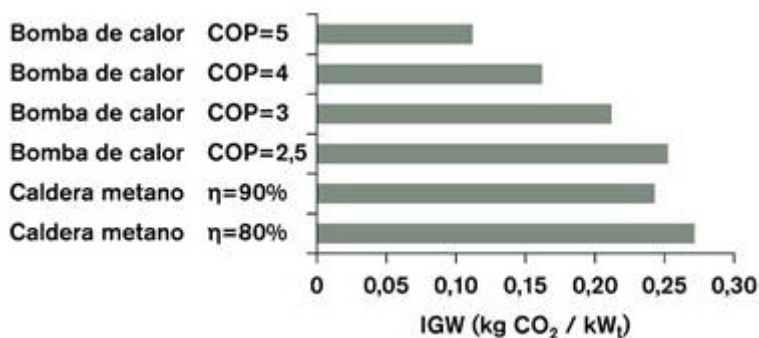
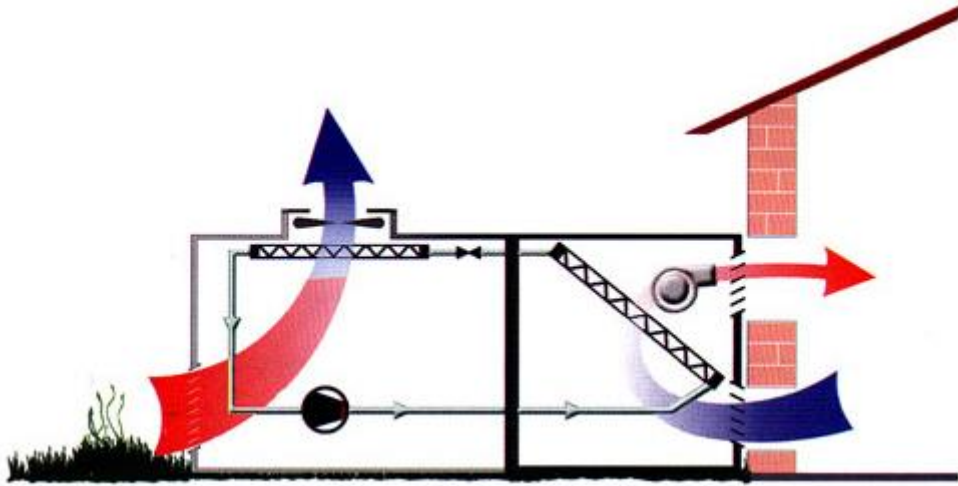


Imagen 7.5: Índice efecto invernadero (IGW) en generadores de calor

En la actualidad podemos distinguir *cuatro tipos* principales de **bomba de calor**, las cuales son mencionadas a continuación:

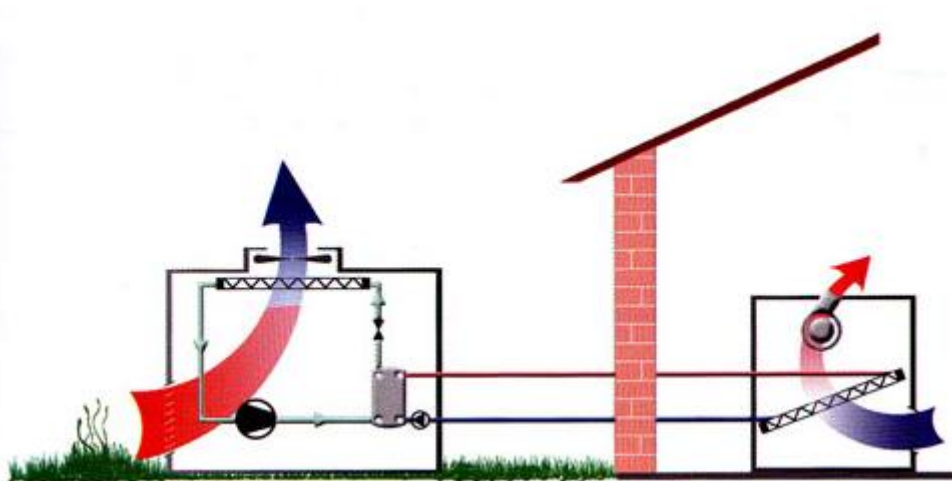


- **Bomba de calor aire-aire**, donde el calor que se obtiene del aire se transmite directamente al aire del local a calentar.



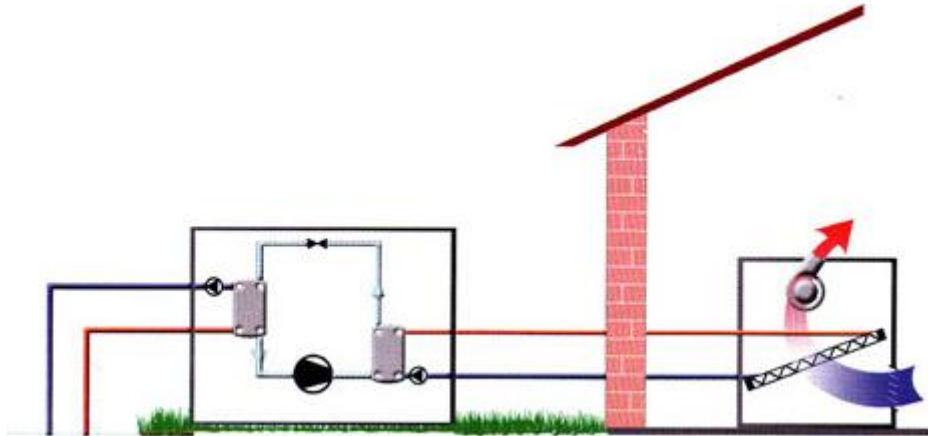
*Imagen 7.6: Esquema funcionamiento bomba de calor aire-aire*

- **Bomba de calor aire-agua**, donde el calor se obtiene del aire y se transmite a un circuito de agua el cual abastecerá radiadores, suelo radiante etc....



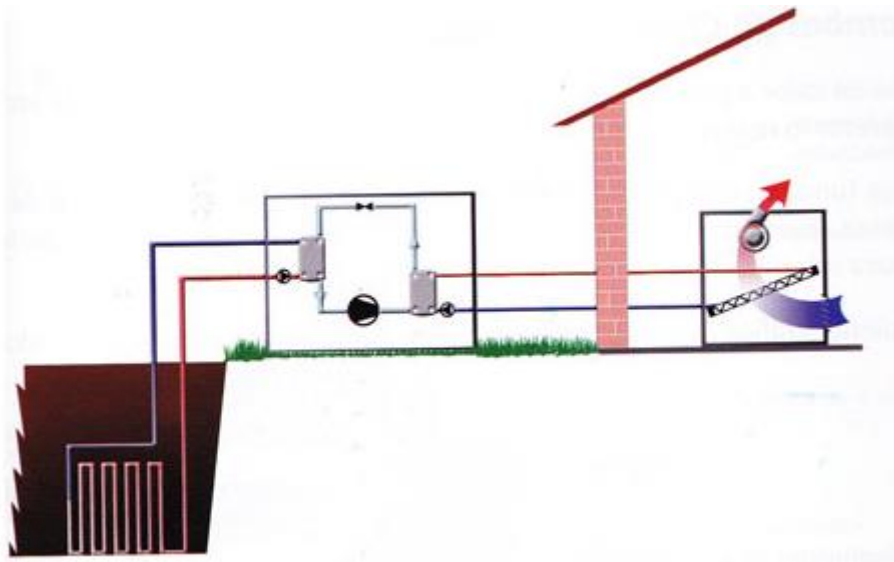
*Imagen 7.7: Esquema funcionamiento bomba de calor aire-agua*

- **Bomba de calor agua-agua**, donde el sistema toma el calor de un circuito de agua en contacto con un elemento que le proporcionará el calor (tierra, capa freática) para transmitirlo a otro circuito de agua.



*Imagen 7.8: Esquema funcionamiento bomba de calor agua-agua*

- **Bomba de calor geotérmica**, donde se obtiene la energía del terreno a través de un fluido caloportador que absorbe el calor del suelo y lo transmite al circuito de la bomba.



*Imagen 7.9: Esquema funcionamiento bomba de calor geotérmica*

Para el edificio objeto, propondremos una **bomba de calor del tipo aire-agua**, aprovechando así las instalaciones actuales de la escuela, transmitiendo la calefacción al ambiente mediante los circuitos de agua de radiadores/suelo radiante del que se dispone actualmente.



*Imagen 7.10: Bomba de calor aire-agua*

Este sistema térmico está compuesto por dos unidades, *una exterior*, destinada a absorber el aire, compuesta principalmente por compresor hermético, válvulas de expansión, válvulas para invertir el proceso, intercambiadores y otra *interior* compuesta por un módulo hidráulico con diferentes variantes en función de ejecución de climatización o ACS.

Este tipo de bombas son totalmente combinables con sistemas de captación solar, tal y como posee el edificio en cuestión, aparte de ser equipos que requieren de un mantenimiento muy mínimo, ya que no disponen de quemadores ni chimeneas ni combustibles.

A la hora de seleccionar la bomba de calor que más se pueda ajustar a las necesidades del edificio objeto, tenemos en cuenta factores tales como la carga térmica del edificio para calefacción, *en torno a los 40 kW*, tal y como se indica en la *tabla 5.4*, datos técnicos importantes de rendimiento de la máquina como el *COP*, las instalaciones propias del edificio, datos técnicos del aparato (dimensiones, aislamiento acústico etc....).

En cuanto a la *ubicación* del equipo se distinguen dos partes, la unidad exterior y la unidad interior. Para la *unidad exterior* seleccionamos una zona preferiblemente soleada, sin vientos fuertes, accesible para trabajos de instalación y mantenimiento (aunque este tipo de máquinas requieren casi nulo mantenimiento), con buena circulación de aire para un buen trabajo del evaporador y salida de aire del ventilador, con la sonda exterior orientada

al norte y protegida del sol y viento. Esta zona bien puede ser el tejado del edificio el cual reúne la mayor parte de las características mencionadas. En cuanto a la *unidad interior* irá ubicada en la sala de máquinas, la cual dispone de mayores propiedades para la instalación y ubicación.

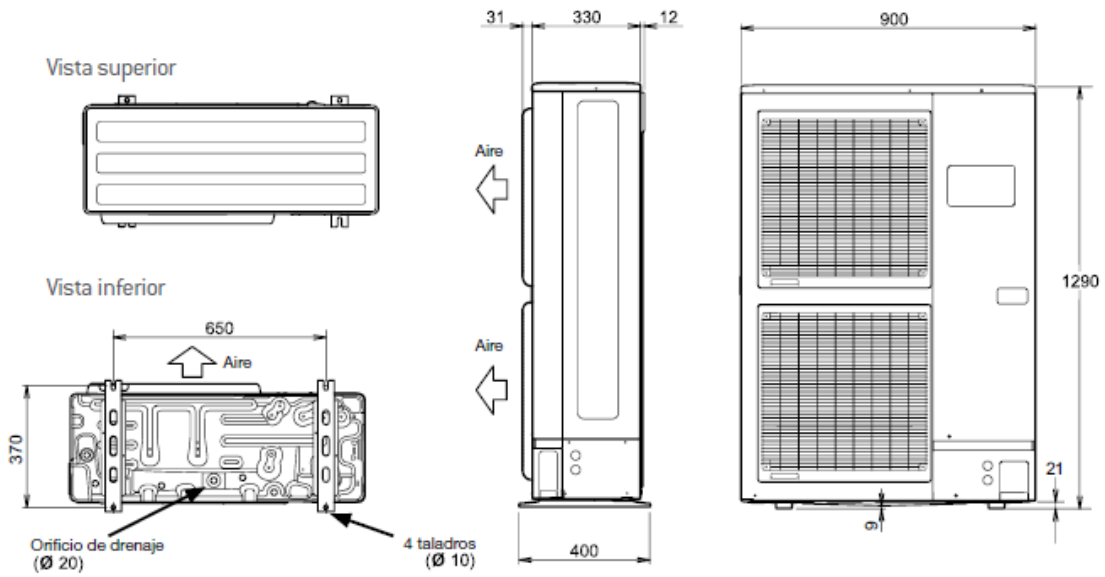
Teniendo en cuenta estas características mencionadas y las opciones reales de *bomba de calor aire-agua* disponibles en el mercado en la actualidad, hacemos una selección entre las que reúnen dichas características, y seleccionamos de entre todas ellas la que consideramos tendrá una relación calidad precio más ajustada a las funciones del edificio, dando como resultado la elección de la *bomba de calor aire-agua Alfea Excellia Duo 14 de la marca Thermor*, tal y como detallamos a continuación:

***Bomba de calor aire-agua (aeroterminia) para calefacción y agua caliente sanitaria Alfea Excellia Duo 14***



*Imagen 7.11: Bomba calor aire-agua Alfea Excellia Duo 14*

Unidad exterior



Módulo hidráulico

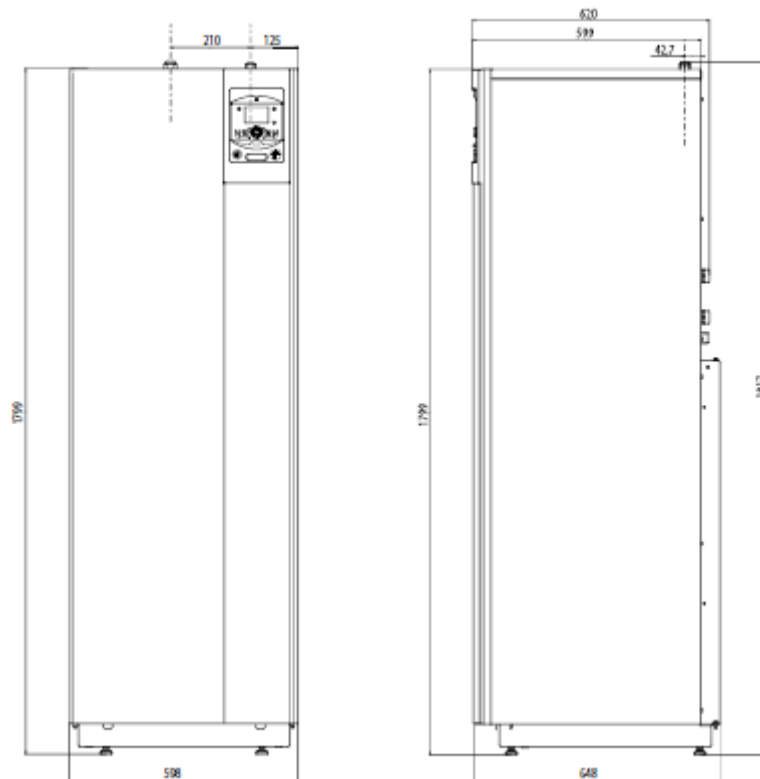
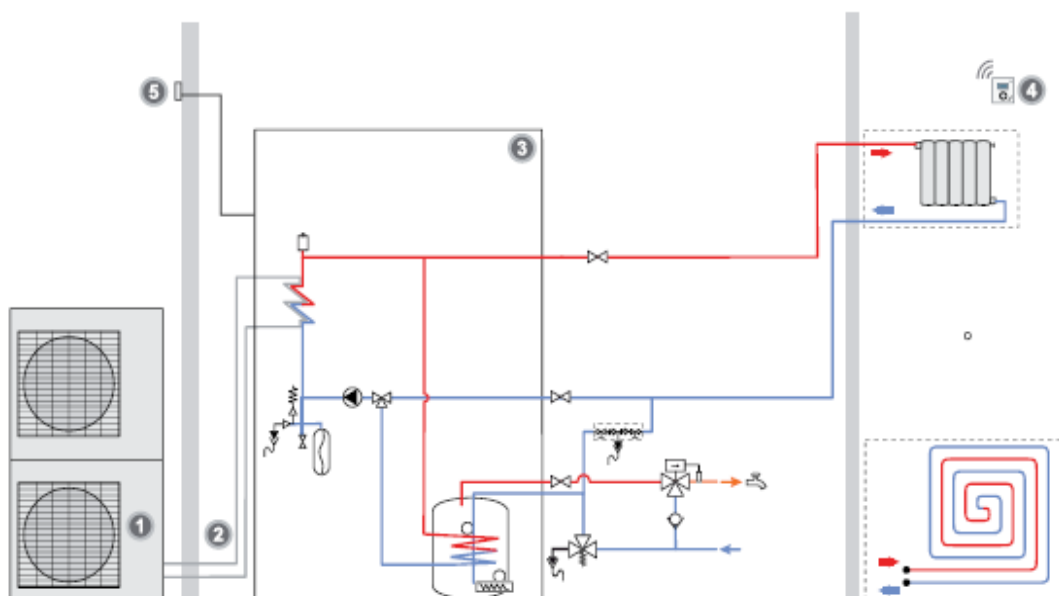


Imagen 7.12: Dimensiones bomba calor Alfea Excellia Duo 14

## RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

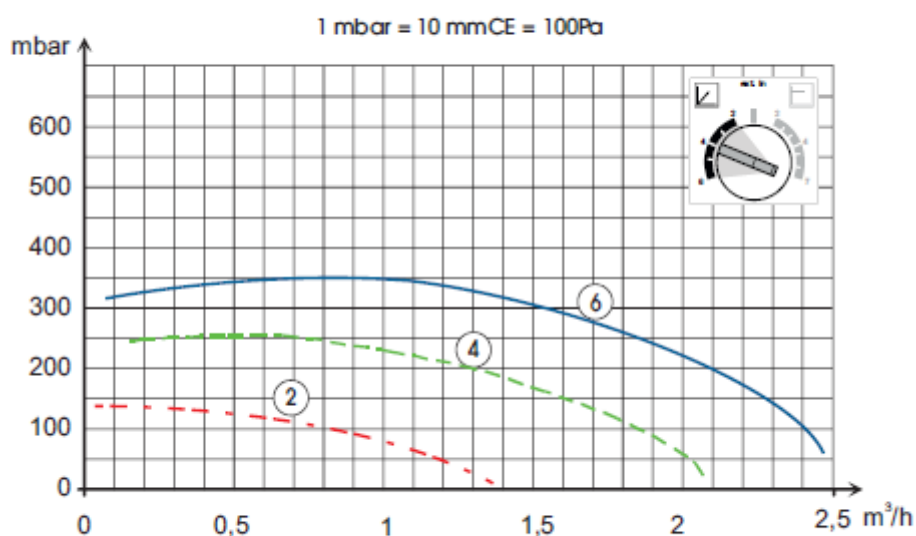
### Un circuito de calefacción

- 1 Unidad exterior
- 2 Conexiones frigoríficas
- 3 Módulo hidráulico con interacumulador ACS
- 4 Sonda de ambiente
- 5 Sonda exterior

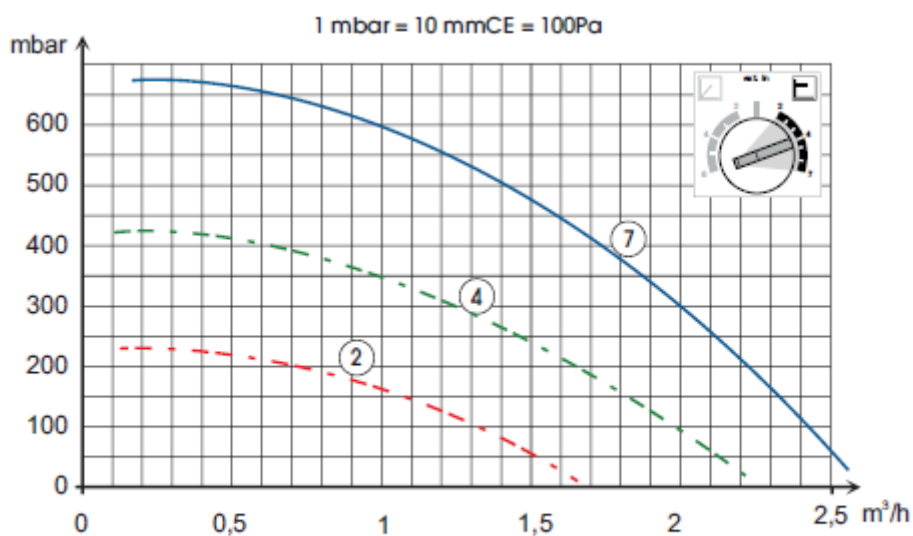


*Imagen 7.13: Circuito integral de instalación*

## CURVAS DE PRESIÓN DISPONIBLE



Presión variable



Presión constante

Imagen 7.14: Curvas comportamiento presión

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

		EXCELLIA DUO 14 TRI
Código		522667
Potencia calorífica +7°C / +35°C - Suelo radiante	kW	13,000
Potencia absorbida +7°C / +35°C - Suelo radiante	kW	3,110
COP +7°C / 35°C - Suelo radiante		4,18
Potencia calorífica -7°C / +35°C - Suelo radiante	kW	12,690
Potencia absorbida -7°C / +35°C - Suelo radiante	kW	5,130
COP -7°C / +35°C - Suelo radiante		2,47
Potencia calorífica +7°C / +45°C - Radiadores baja t <sup>a</sup>	kW	12,340
Potencia absorbida +7°C / +45°C - Radiadores baja t <sup>a</sup>	kW	3,810
COP +7°C / 45°C - Radiadores baja t <sup>a</sup>		3,24
Potencia calorífica -7°C / +45°C - Radiadores baja t <sup>a</sup>	kW	10,740
Potencia absorbida -7°C / +45°C - Radiadores baja t <sup>a</sup>	kW	5,140
COP -7°C / +45°C - Radiadores baja t <sup>a</sup>		2,09
Potencia calorífica +7°C / +60°C - Radiadores alta t <sup>a</sup>	kW	11,500
Potencia calorífica -7°C / +60°C - Radiadores alta t <sup>a</sup>	kW	10,100
Potencia apoyos eléctricos (opción)	kW	9
<b>POTENCIA FRIGORÍFICA</b>		
+35°C/+7°C	kW	9,0
EER (+35°C/+7°C)		2,46
<b>MÓDULO HIDRÁULICO</b>		
Nivel sonoro *	dBa	39
Potencia acústica según EN 12102	dBa	46
Dimensiones h x l x p	mm	1800/600/633
Peso en vacío / con agua	kg	146 / 350
<b>CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS</b>		
Contenido depósito intercambiador	l	15
Capacidad depósito ACS	l	190
Apoyo eléctrico ACS	kW	1,80
<b>CONEXIONES ELÉCTRICAS</b>		
Alimentación		400 V 50 HZ
Consumo en reposo	W	5
Calibre disyuntor apoyos curva C	A	20
Sección de alimentación apoyos	mm <sup>2</sup>	462,5
<b>CONEXIONES HIDRÁULICAS</b>		
Diámetros entrada-salida circuito primario (rosca macho)	pulg	1
<b>RANGO DE FUNCIONAMIENTO</b>		
Rango de funcionamiento óptimo min / max - modo calor	°C	-25 / +35
<b>UNIDAD EXTERIOR</b>		
Nivel sonoro **	dBa	41
Potencia acústica según EN 12102	dBa	68
Dimensiones h x l x p	mm	1290/900/400
Peso en funcionamiento	kg	99



<b>CARACTERÍSTICAS FRIGORÍFICAS</b>		
Diámetro gas	pulgadas	5/8
Diámetro líquido	pulgadas	3/8
Carga de fluido frigorífico HFC R410 A	g	2500
Longitud mini / maxi	m	5 / 20
Desnivel máximo	m	20
Longitud máxima sin carga complementaria	m	15
Cantidad de gas a añadir por metro suplementario	g	50
<b>CONEXIONES ELÉCTRICAS</b>		
Alimentación		400 V 50 HZ
Consumo en reposo	W	11,5
Intensidad nominal	A	4,8
Intensidad máxima (sin apoyos)	A	10,5
Calibre disyuntor curva D	A	20
Sección de alimentación	mm <sup>2</sup>	562,5
Cable de interconexión módulo hidráulico-Ud exterior	mm <sup>2</sup>	461,5

Imagen 7.15: Características técnicas Alfea Excellia Duo 14

Una vez propuesta la mejora del edificio, en función a **la sustitución de la caldera de condensación por la bomba de calor Alfea Excellia Duo 14** (cuyas características son mostradas en la imagen 7.15), se procede a calcular **la calificación energética** de la escuela (imágenes 7.17, 7.18 y 7.19), con sus respectivos datos sobre consumos, emisiones y demandas. Previamente hemos introducido la propuesta en el programa *Herramienta Unificada Líder-Calener* (imagen 7.16).

Para la capacidad nominal se utiliza el dato del fabricante (características técnicas), y para el consumo nominal se utiliza la fórmula siguiente, la cual es descrita en el manual del programa, “capacidad nominal/2,8”.

**Bomba de calor aire-agua**

Nombre

Propiedades básicas | **Curvas**

Capacidad nominal  kW

Consumo nominal  kW

Imagen 7.16: Bomba de calor propuesta



Imagen 7.17: Gráfico calificación energética propuesta mejora bomba calor

	Edificio Objeto	
* Demandas	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	31,3	50997,4
Refrigeración	9,6	15702,9

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Final	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	2,6	4251,5
Refrigeración	2,7	4419,2
ACS	0,6	950,8
Iluminación	21,4	34795,1
Global	27,3	44416,6

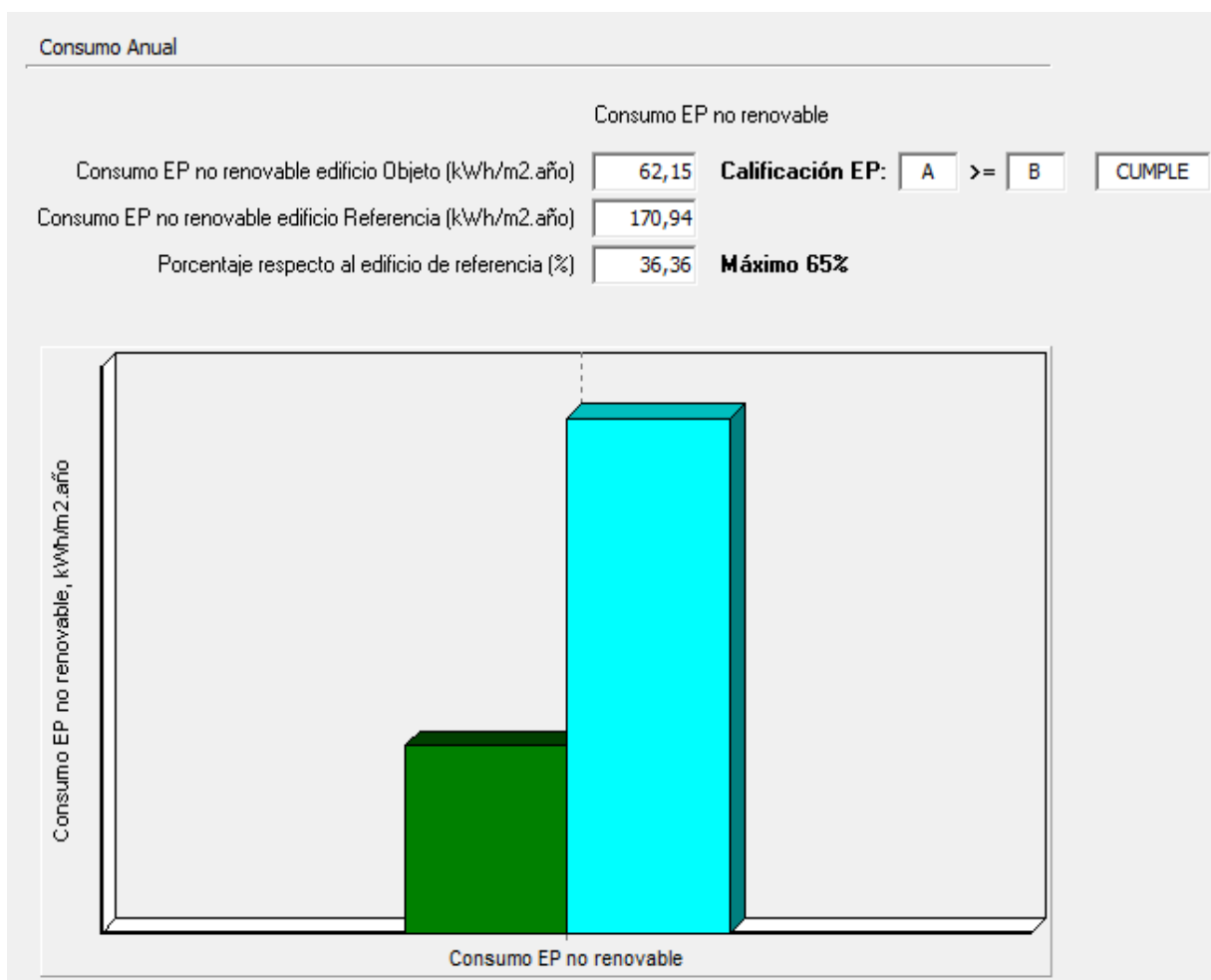
  

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Primaria No Renovable	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	5,1	8307,4
Refrigeración	5,3	8635,1
ACS	1,1	1857,8
Iluminación	50,6	82394,9
Global	62,2	101195,1

	Edificio Objeto	
Emisiones	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
Calefacción	0,9	1465,5
Refrigeración	0,9	1465,5
ACS	0,2	325,7
Iluminación	7,1	11561,3
Global	9,1	14818,0

*Imagen 7.18: Resultados propuesta mejora bomba calor*



*Imagen 7.19: Verificación límite consumo propuesta mejora bomba de calor*

Como se puede observar en las imágenes anteriores (7.17,7.18 y 7.19), el edificio ha mejorado bastante sus prestaciones en materia de eficiencia energética, con la propuesta de sustitución del equipo térmico, aunque en el siguiente punto de la memoria detallaremos más ampliamente este asunto (*punto 8*).

No obstante, aún es posible mejorar más sus prestaciones, sobre todo si nos fijamos en el apartado del **consumo por iluminación**.

Se plantea una **nueva propuesta de mejora**, partiendo del edificio en el estado de la propuesta anterior, es decir, incluyendo la bomba de calor.

Para poder reducir el **consumo de iluminación** antes mencionado, se va a plantear la sustitución de los **tubos fluorescentes** de los que dispone el edificio, **por unos tubos de LEDS**, los cuales son detallados a continuación.

La **tecnología LED** es una fuente de luz de un cuerpo semiconductor en estado sólido de gran resistencia que al ser atravesado por una corriente eléctrica de muy baja intensidad emite luz.

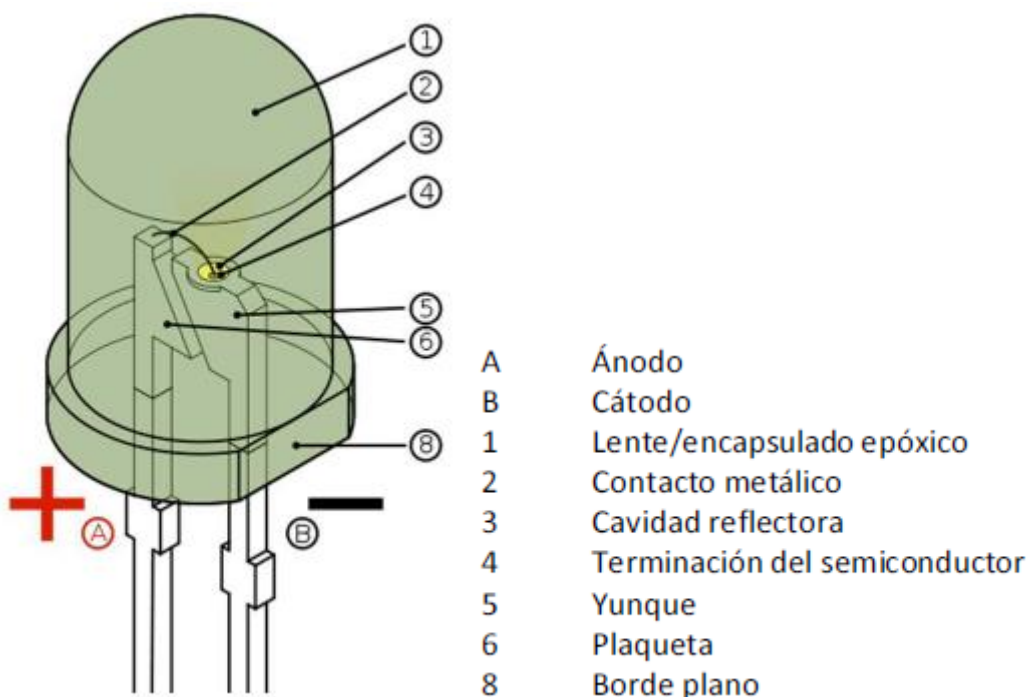


Imagen 7.20: Tecnología LED

La tecnología de iluminación presente en el edificio, al igual que en la inmensa mayoría de centros docentes, es principalmente *lámparas/tubos fluorescentes*. Las *desventajas* más importantes de esta tecnología son las que exponemos a continuación:

- No dan una luz continua, muestran parpadeo en función de la corriente alterna aplicada
- Posibles malestares físicos expuestos a una continua exposición de esta luz
- Necesitan unos momentos de calentamiento antes de alcanzar su flujo luminoso normal, no son recomendables en lugares donde se adquiere una situación habitual de “encendido y apagado”
- Coste económico
- Alta toxicidad
- Pérdida de intensidad con el paso del tiempo

Por consiguiente, detallaremos las *ventajas y razones* para la utilización de *tecnología LED*

- Alta eficiencia energética, utilizan el 50% de la electricidad que necesitan las lámparas fluorescentes para funcionar
- Luz constante sin parpadeos
- No contienen mercurio
- Mayor vida útil, son dos veces más duraderos que los tubos fluorescentes de larga vida
- Muy resistentes y gran resistencia a la vibración
- Seguridad en su manipulación, se mantienen frías
- Rápido encendido
- Capaces de emitir por sí mismos luz de un intenso color sin necesidad de filtros
- Su fallo se produce por la pérdida progresiva de luminosidad a lo largo del tiempo, a diferencia del fundido repentino de los tubos fluorescentes.

En los centros docentes, debido a las características de sus funciones, el consumo eléctrico tiene gran importancia por el uso continuado de tubos durante el horario escolar. La vida útil de estos tubos se acorta con muchos apagados y encendidos, por eso es recomendable la tecnología LED en aulas donde la luz esté encendida en torno a las 8 horas, como es el caso de la escuela objeto de nuestro trabajo, puesto que hay un continuo entrar y salir de personas en las aulas.

El ahorro estimado por parte de los tubos LEDS en comparación con los tubos fluorescentes es en torno al 50%.



Imagen 7.21: Tubo LED

Son recomendables en centros docentes donde se requiera luz artificial durante aproximadamente 8 horas. A parte del ahorro directo en el consumo en forma de factura eléctrica, también proporciona un ahorro indirecto en su mantenimiento (duran 4-5 veces más). A la hora de realizar la sustitución de tubo fluorescente a tubo LED solo requeriremos cambiar el tubo, sin modificar instalación ni cableado.

La siguiente tabla (7.1) muestra una comparativa entre los tubos LEDS y los fluorescentes.

	<b>Fluorescente</b>	<b>LED</b>
<i>Vida útil (horas)</i>	<b>6000 - 17000</b>	<b>50000</b>
<i>Vida media</i>	<b>8000 - 19000</b>	<b>80000</b>
<i>Vatios por bombilla</i>	<b>14</b>	<b>10</b>
<i>Coste por bombilla (\$)</i>	<b>7</b>	<b>2</b>
<i>Potencia tubo 60 cm (W)</i>	<b>18</b>	<b>9</b>
<i>Potencia tubo 120 cm (W)</i>	<b>36</b>	<b>18</b>
<i>Potencia tubo 150 cm (W)</i>	<b>58</b>	<b>22</b>
<i>Emite infrarrojos</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Emite ultravioleta</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Contiene mercurio</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Temperatura de superficie (°C)</i>	<b>80</b>	<b>40</b>
<i>Rango de temperatura de trabajo (°C)</i>	<b>De 5 a 45</b>	<b>De -20 a 60</b>
<i>Peligro por rotura</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Tensión de trabajo (V)</i>	<b>240</b>	<b>12</b>
<i>Riesgo eléctrico</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Produce parpadeo</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Encendido instantáneo</i>	<b>NO</b>	<b>SI</b>
<i>Sobre consumo por encendidos múltiples</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<i>Degradación lumínica por cada 3000 horas</i>	<b>30%</b>	<b>2%</b>
<i>Oscurece techos/decolora</i>	<b>SI</b>	<b>NO</b>

Tabla 7.1: Comparativa iluminación fluorescente – LED

Tubo Fluorescente



Tubo LED



Downlights LED



Paneles LED



*Imagen 7.22: Accesorios iluminación*

En la siguiente tabla (7.2) se exponen los cambios propuestos en los equipos de iluminación:

<b>Local</b>	<b>Accesorios propuestos</b>
<i>Aulas, despachos administración, cocina, comedor, hall</i>	Pantalla LED 40W 60x60
<i>Sala calderas</i>	Tubo LED T8 (26 mm de diámetro) 120 cm 18W
<i>Aseos</i>	Downlights LED circular especial baños 25W IP44
<i>Pasillo</i>	Tubo LED aluminio T8 1200 mm 18W
<i>Hall</i>	Bombilla LED GU 10 5W

*Tabla 7.2: Accesorios iluminación*



Una vez se ha detallado la segunda propuesta de mejora, se procede a introducir los cambios propuestos en el programa “*Lider-Calener*”, para obtener así el certificado y calificación energética, junto con los datos de consumos, emisiones y demandas adicionales al mismo.

Para poder introducir estos datos en iluminación antes mencionados, reducimos la potencia instalada en *aulas, comedor, cocina, aseos, sala multiusos, despachos de administración y pasillo central*. Se reduce dicha potencia en torno *al 45 – 55 %*, dependiendo del espacio y manteniendo la luminosidad del local, ya que una de las características de la tecnología LED es mantener la luminosidad con la mitad de potencia.

A continuación mostramos los resultados en “*Lider-Calener*” de la propuesta de mejora con *bomba de calor aire-agua + iluminación LED*.

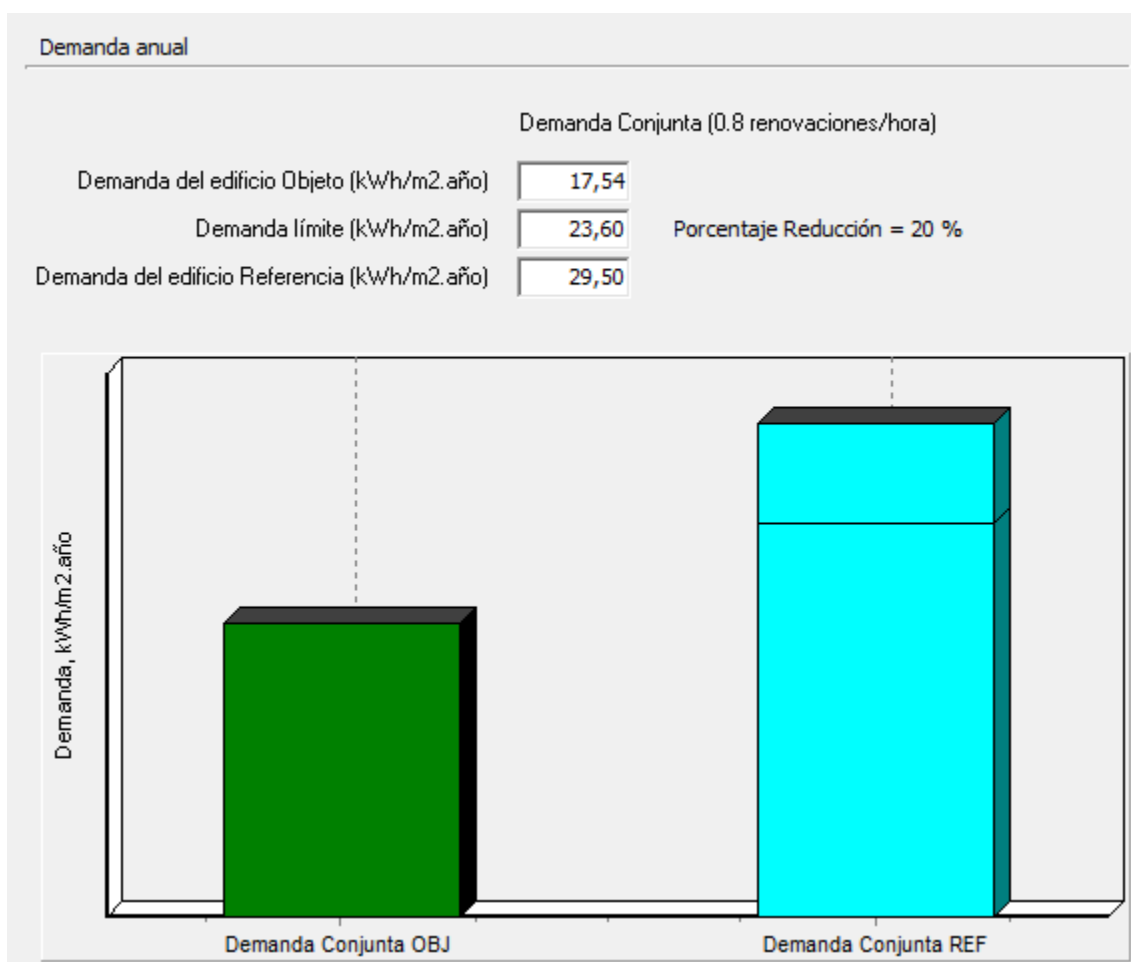


Imagen 7.23: Verificación documento DB-HE propuesta mejora bomba calor+LED

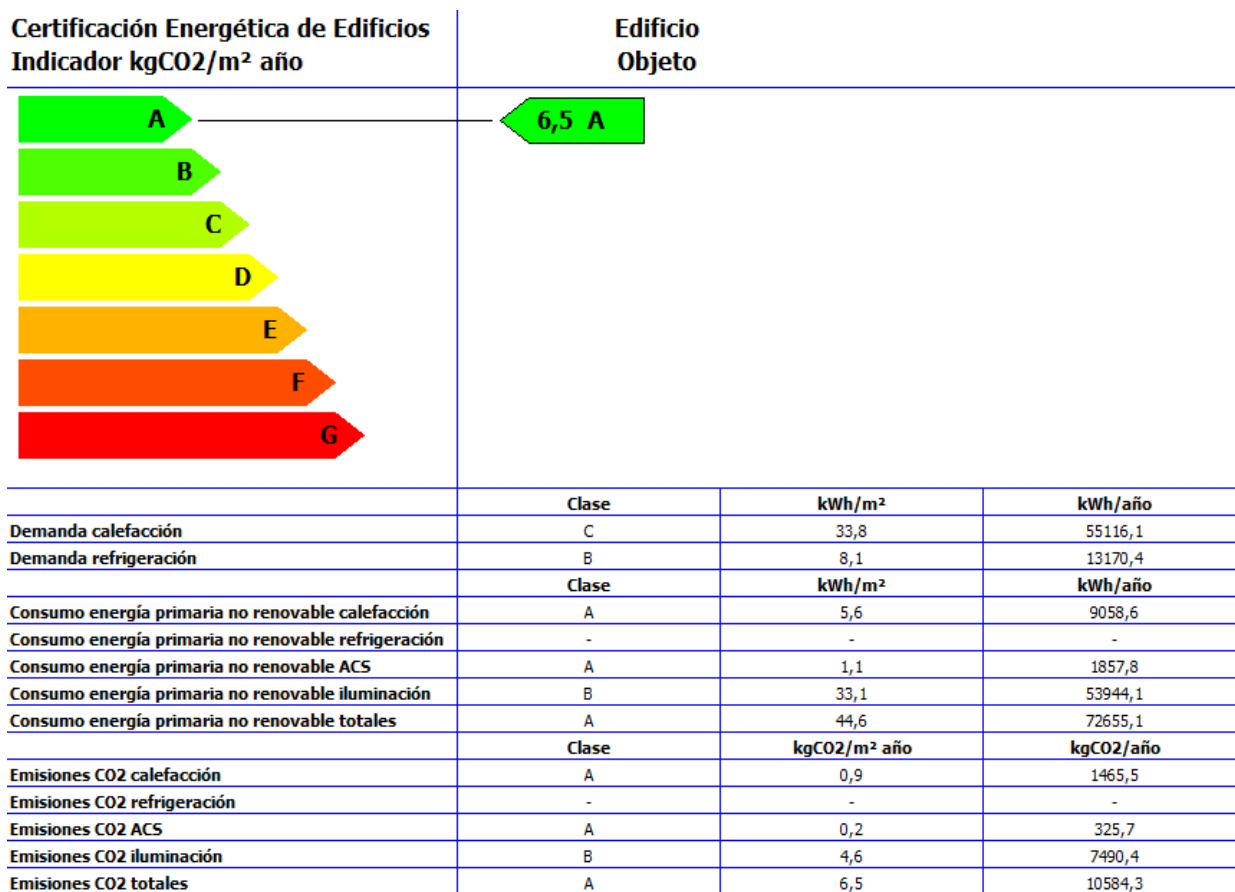


Imagen 7.24: Calificación energética bomba de calor + LED

	Edificio Objeto	
* Demandas	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	33,9	55116,1
Refrigeración	8,1	13170,4

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Final	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	2,9	4635,9
Refrigeración	2,5	3989,1
ACS	0,6	950,8
Iluminación	14,0	22780,4
Global	19,9	32356,2

	Edificio Objeto	
Consumos Energía Primaria No Renovables	kWh/m <sup>2</sup> año	kWh/año
Calefacción	5,6	9058,6
Refrigeración	4,8	7794,6
ACS	1,1	1857,8
Iluminación	33,1	53944,1
Global	44,6	72655,1

	Edificio Objeto	
Emisiones	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
Calefacción	0,9	1465,5
Refrigeración	0,8	1302,7
ACS	0,2	325,7
Iluminación	4,6	7490,4
Global	6,5	10584,3

*Imagen 7.25: Resultados bomba calor + LED*

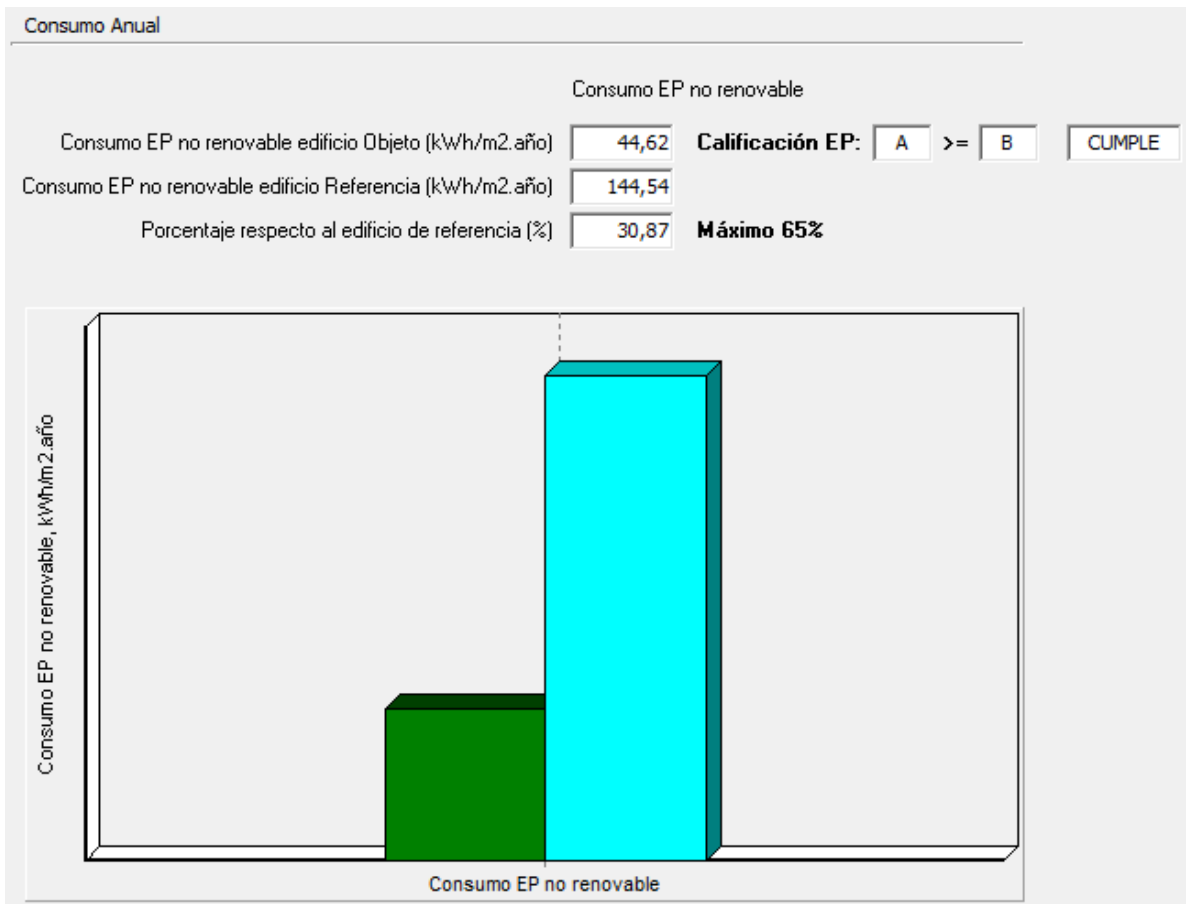


Imagen 7.26: Verificación HE0 bomba calor + LED

Con estas dos propuestas de mejora anteriormente descritas, el edificio obtiene una valoración muy elevada en la calificación del certificado energético (6,5-A), (tal y como se muestra en la imagen 7.24).

No obstante, siempre hay aspectos que se pueden mejorar, y en nuestro caso y fijándonos en los resultados obtenidos por el programa “*Herramienta Unificada Líder-Calener*”, no sería descartable tratar de reducir la demanda en calefacción de la escuela.

Este punto, el de **reducir la demanda en calefacción**, no lo consideramos prioritario debido a las propuestas de mejora que hemos llevado a cabo anteriormente, tanto la sustitución del equipo térmico como el consumo por iluminación, situaciones que si hemos considerado prioritarias debidas a la rentabilidad de estas y valorando todos los aspectos que posteriormente en el apartado de conclusiones detallaremos más en profundidad (punto 8). Aun así, propondremos unas recomendaciones para disminuir tal demanda.

Para **reducir la demanda en calefacción**, uno de los aspectos principales llegados a este punto donde nos encontramos es fijarse en la envolvente térmica del edificio, con todo lo que ello conlleva (materiales, aislantes, puentes térmicos, rotura puentes térmicos, orientación, etc...). No vamos a proponer una mejora en cuanto a cambio de materiales en las fachadas, cerramientos, particiones, etc..., ni tampoco adiciones de materiales aislantes en partes de la estructura, principalmente debido a dos factores, el elevado coste que supondría la realización de obras y que el edificio ya cuenta con buenos materiales aislantes, como por ejemplo en el caso del acristalamiento, el cual es doble y de baja emisividad, o los aislantes que se disponen en los cerramientos (*detalados en el apartado 4.3 de la memoria*).

Sin embargo, se ha podido observar que para la **carpintería exterior del edificio y los perfiles de las ventanas se utiliza aluminio**, el cual se propone **sustituir por material PVC**, ya que éste último ejerce de **mejor aislante térmico**.

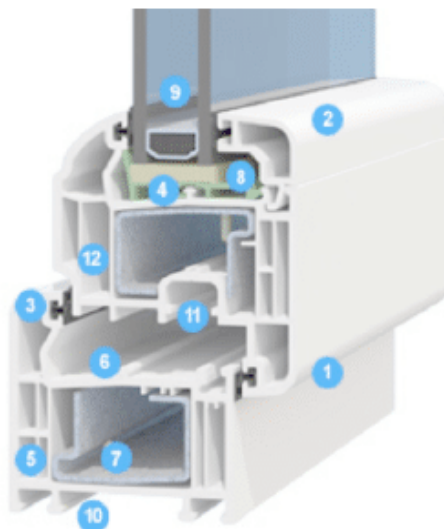
Los **marcos de las ventanas** pueden ser de aluminio, aluminio con rotura de puente térmico (*como es el caso actual del edificio*), madera y PVC. De entre todos ellos, el **PVC** es el que ofrece un **mayor aislamiento térmico**, (*condición indispensable para la mejora de la eficiencia energética*), puesto que nos ofrece un ahorro en torno al 50% respecto del aluminio. En las siguientes tablas (7.3 y 7.4) se muestra una comparativa de estos cuatro materiales.

Características	Aluminio	PVC	Madera	Aluminio RPT
Aislamiento térmico	**	****	***	***
Aislamiento acústico	***	***	****	***
Seguridad	****	***	***	****
Vida útil del material	****	****	***	****
Resistencia a los golpes y al clima	***	***	****	***
Mantenimiento	***	****	**	***
Luminosidad	****	****	****	****
Diseño y estética	****	****	**	****
Posibilidad de personalizar el acabado, cristal y accesorios	****	***	**	****

Tabla 7.3: Comparativa características materiales usados marcos ventanas



Tabla 7.4: Comparativa transmitancia térmica y conductividad



Fuente: Deceuninck

- 1 Perfiles de marco y hoja de PVC.
- 2 Junquillo a clip para el acristalamiento. Disponible en diferentes formas y tamaos que permiten acoplar vidrios.
- 3 Juntas de vidrio preinstaladas en los perfiles de marco y hoja.
- 4 Pivote central con su triple funci3n.
- 5 Càmaras de los perfiles que proporcionan las altas propiedades aislantes de la perfilera.
- 6 Galce inclinado para una mejor evacuaci3n y desagùe ante las posibles entradas de agua.
- 7 Refuerzos de acero galvanizado
- 8 Calzo de acristalamiento permitiendo que la uni3n vidrio-bastidor sea elàstica, garantizando con esto, el màmimo aprovechamiento de las propiedades acùsticas del vidrio en beneficio de la ventana.
- 9 Galce de acristalamiento.
- 10 Sistema de clipado para el acoplamiento de perfiles de remate o acabado, de especial utilidad para el instalador.
- 11 Canal de alojamiento de herraje desplazado 13 mm para mejorar la resistencia antipalanca de las ventanas contra vandalismos.
- 12 Altura hidràulica para el desagùe de la ventana, con taladros de desagùe y descompresi3n realizados en los perfiles para mejorar el drenaje del agua hacia el exterior.

*Imagen 7.27: Partes ventana PVC*

**Propuesta de sustitución perfiles/marcos ventanas y puertas**



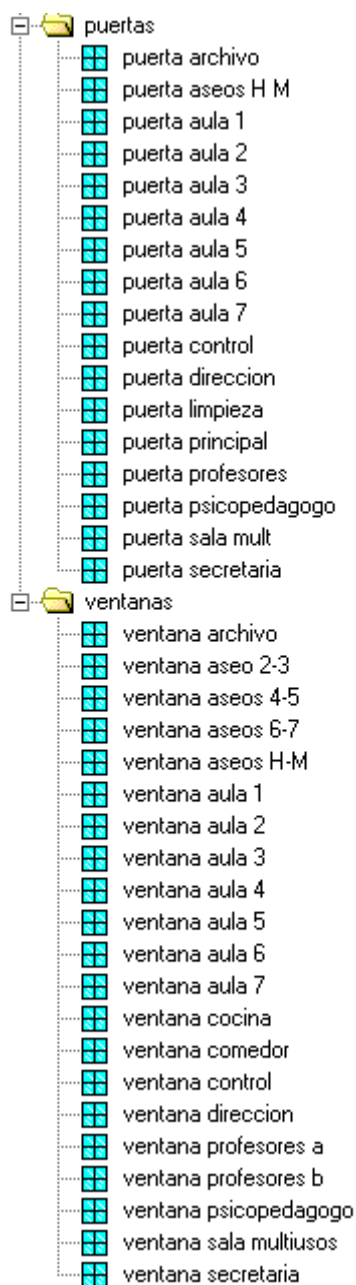
Imagen 7.28: Perfiles ventanas aluminio RPT - PVC

Se procede a continuación a mostrar los resultados obtenidos con la variación de la sustitución de los marcos y perfiles en ventanas y puertas. Previamente son mostrados los cambios necesarios introducidos en el programa “Líder-Calener”.

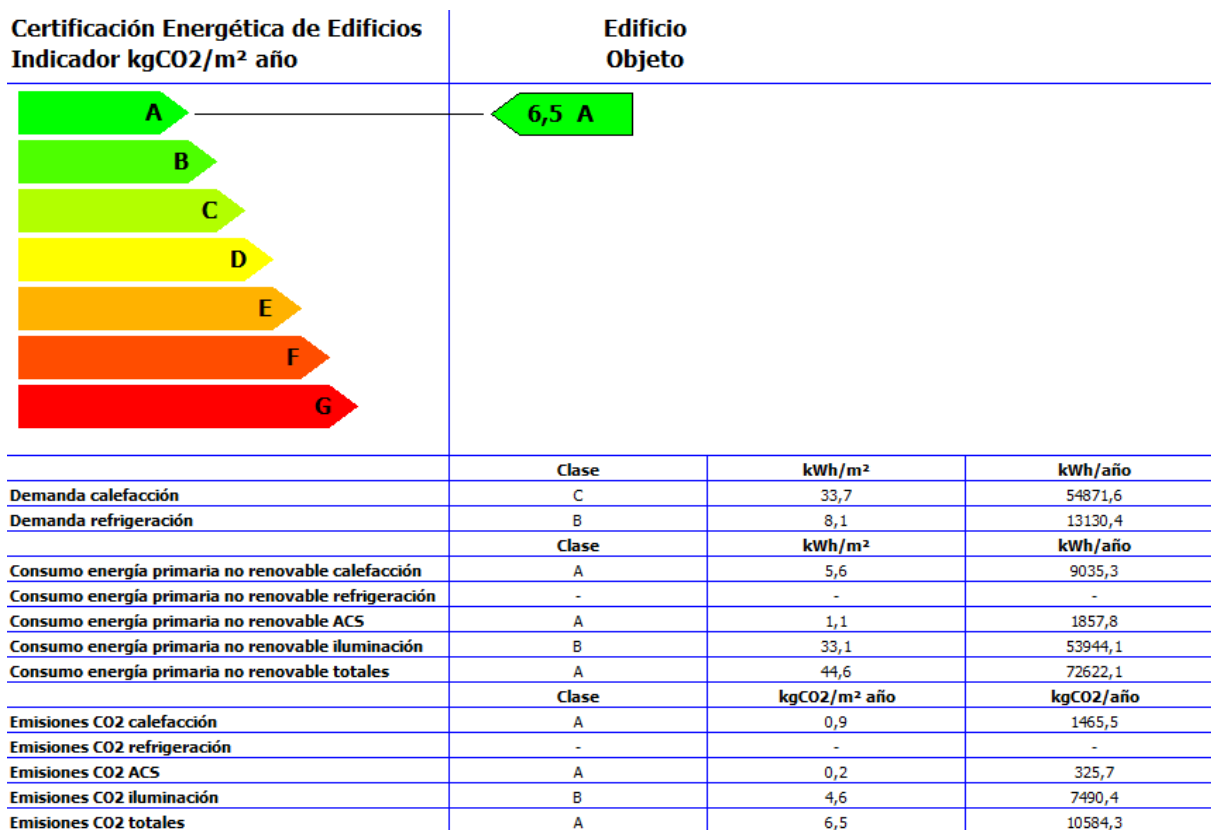
Opacos	Semitransparentes	Puentes térmicos
Vidrios	Marcos	Huecos y lucernarios
Grupo Marcos		
Nombre <input type="text" value="Mpvc o mad - Gris claro"/>		
Propiedades		
Transmitancia térmica (U)	<input type="text" value="2,20"/>	W/m²K
Absortividad (α)	<input type="text" value="0,40"/>	Adimensional

Imagen 7.29: Sustitución marcos aluminio por PVC





*Imagen 7.30: Elementos de sustitución marcos y perfiles*



*Imagen 7.31: Resultados propuesta sustitución marcos ventanas y puertas + dos propuestas anteriores*

La disminución de la demanda en calefacción con esta propuesta pasa de 55116,1 kW/h año a 54871,6 kW/h. No es una disminución muy elevada, pero es recomendable siempre que los costos en hacer efectiva dicha propuesta no sean muy elevados. En este caso no haría falta la sustitución del vidrio, de la ventana en sí, puesto que ya cuenta con un buen acristalamiento (doble), por lo que sería una decisión poco acertada ya que estaríamos “tirando el dinero”, gastando un dinero en sustituir unos vidrios por otros de calidad muy similar.

El interés estaría en sustituir solo los marcos o incrustarlos encima de los actuales, si esta opción se presenta posible y de forma económica sería la más interesante.

## 8.- CONCLUSIONES

El edificio en cuestión cuenta con buenas instalaciones y con unos materiales utilizados que distan mucho de ser antiguos, debido a su relativamente cercana fecha de construcción (fue construido año 2010).

No obstante, en la actualidad la tecnología avanza a pasos agigantados y ello repercute directamente en la implantación en el mercado de nuevos equipos y materiales, los cuales proporcionan grandes ventajas que son traducidas en eficiencia y ahorro para las instalaciones, tanto en edificios terciarios como en viviendas particulares.

Dadas las mejoras que han sido propuestas en el punto anterior del presente trabajo (punto 7), el edificio obtiene, como se puede apreciar en los resultados (imágenes 7.17,7.18,7.23,7.24, 7.31) una mayor eficiencia y una disminución en el consumo, el cual se transmite en un ahorro bastante considerable. A este ahorro habrá que tenerle en consideración la adquisición del nuevo equipamiento, ya sea la unidad de la bomba de calor o la nueva iluminación, para obtener unos datos más ajustados.

En las siguientes tablas (8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8,5) son mostradas, de una manera aproximada, las diferencias de consumos y gastos del edificio en la actualidad y con las mejoras propuestas, así como ahorros, inversión y amortizaciones de los equipos.

<i>Consumo en...</i>	<i>kWh/año</i>
<b>Iluminación estado actual</b>	<b>34.795,1</b>
<b>Calefacción estado actual</b>	<b>19.325,9</b>
<b>Iluminación LEDS + bomba calor</b>	<b>22.780,4</b>
<b>Calefacción LEDS + bomba calor</b>	<b>4.635,9</b>

*Tabla 8.1: Comparativa consumos anuales*

*Para el cálculo del gasto (€) han sido utilizados los precios siguientes (kWh):*

*Electricidad → 0,15*

*Gas natural → 0,06*

<i>Gasto en...</i>	<i>€</i>
<b>Iluminación estado actual</b>	<b>5.219,26</b>
<b>Calefacción estado actual</b>	<b>1.159,55</b>
<b>Iluminación LEDS + bomba calor</b>	<b>3.417,06</b>
<b>Calefacción LEDS + bomba calor</b>	<b>695,38</b>

*Tabla 8.2: Comparativa gastos anuales*

Para calcular el ahorro se tiene en cuenta la diferencia de los gastos con los equipos actuales y con los equipos propuestos (gasto iluminación estado actual – gasto iluminación LEDs) y (gasto calefacción estado actual – gasto calefacción bomba de calor).

Ahorro en...	€
<b>Iluminación</b>	<b>1.802,2</b>
<b>Calefacción</b>	<b>464,17</b>

Tabla 8.3: Ahorro anual comparativa con mejoras aportadas

La inversión realizada tanto en calefacción como en iluminación viene correspondida por el precio de los siguientes equipos/accesorios.

### CALEFACCIÓN

**Bomba de calor** aire-agua (aerotermia) Alfea *Excellia Duo 14* para calefacción y agua caliente sanitaria de la marca *Thermor*..... **6.539,00 €**

**TOTAL CALEFACCIÓN**.....**6.539,00 €**

### ILUMINACIÓN

**Pantallas LED** 40W 60x60 (19,95 x 75 unidades) .....**1.496,25 €**

**Tubo LED** T8 120 cm 18W cristal opal..... **3,69 €**

**Downlights LED** circular especial baños 25W IP44 (19,95 x 24 unidades) ..... **478,8 €**

**Tubo LED** aluminio T8 1200 mm 18W (4,50 x 4 unidades) ..... **18 €**

**Bombillas LED** GU 10 Philips core pro spotMV 5W 120° (3,45 x 10 unidades) ..... **34,5 €**

**TOTAL ILUMINACIÓN**.....**2.031,24 €**

Inversión en...	€
<b>Iluminación</b>	<b>2.031,24</b>
<b>Calefacción</b>	<b>6.539</b>

Tabla 8.4: Inversión realizada mejoras

<i>Amortización en...</i>	<i>Tiempo (años)</i>
<b>Iluminación</b>	<b>1,12</b>
<b>Calefacción</b>	<b>14</b>

*Tabla 8.5: Tiempo amortización mejoras*

Como se puede observar, con las mejoras propuestas el ahorro es considerable y recomendable. En *iluminación*, la amortización es generada en el plazo de un *año aproximadamente* como se aprecia en los resultados, y en la *calefacción* el ahorro es importante también, aunque en este último caso el tiempo de *amortización es mucho mayor* debido en parte a la buena eficiencia del equipo del que se disponía antes (caldera condensación) y al elevado coste que suponen la inversión inicial en equipos con bombas de calor. A pesar de ello es recomendable, ya no solo por el aspecto económico sino también en el *aspecto medioambiental*, con unas diferencias muy elevadas de emisiones contaminantes. Para reducir el tiempo de amortización se deberá contar posteriormente con *las ayudas que proporciona el gobierno a las energías renovables*, así pues, en el caso de la *bomba de calor la amortización estará en torno a los 10 años*.

## 9.- BIBLIOGRAFÍA

### Documentos

- RITE, Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios
- CTE DB HE, Documento básico ahorro de energía
- CTE Real decreto
- Certificación de la eficiencia energética de edificios
- Proyecto de ejecución escuela pública municipal de primer ciclo de l'Alcúdia
- Manual programa informático “Herramienta Unificada Líder-Calener”

### Páginas web visitadas

- Página web oficial de centros docentes municipales de l'Alcúdia: mestreacasa.gva.es [acceso: 2/03]
- certificadosenergéticos.com [acceso: 12/03]
- caloryfrío.com [acceso: 15/03]
- bombasdecalor.org [acceso: 3/04]
- Thermor, catálogos bomba de calor [acceso: 3/04]
- climamania.com [acceso: 5/04]
- Ovacen arquitectura [acceso: 5/04]
- Lagunablueresort.com, perfiles de ventanas [acceso: 10/04]
- conelectric.cl para catálogo tubos LED [acceso: 15/04]
- “luzdya”, catálogos iluminación y ahorros y duración [acceso: 15/04]
- “dimplex.de”, detalles técnicos de bombas de calor [acceso: 15/04]
- “leroymerlín” para ventanas y perfiles [acceso: 18/04]
- ingeosolar.com, ahorro energético [acceso: 18/04]
- greenice.com, accesorios iluminación [acceso: 25/04]
- todoelectrico.es, accesorios iluminación [acceso: 25/04]

### Programas utilizados

- Herramienta Unificada Líder-Calener
- Clima
- AutoCad
- Excel



---

## ***II.- PRESUPUESTO***

---



El presupuesto del proyecto es mostrado en la siguiente tabla.

Descripción	Tiempo (h)	Precio unitario (€)	Total (€)
Recopilación previa de la información	3	9	27
Visitas a la guardería/desplazamientos	3 (1 hora por visita)	9	27
Realización planos	9	9	81
Generación de informe certificación	120	15	1800
Análisis propuestas mejora	25	15	375
Generación de informes de las propuestas mejora	21	9	189
Impresiones informes	1	9	9
<b>Total</b>			<b>2.508</b>

*Tabla presupuesto: Desglose presupuesto realización proyecto*

El precio final (sin contar IVA) del proyecto de certificación energética y propuesta de mejora asciende a **dos mil quinientos ocho euros**.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

***Certificación energética y propuesta de mejora  
de las instalaciones de la escuela pública  
municipal de primer ciclo de l'Alcúdia***

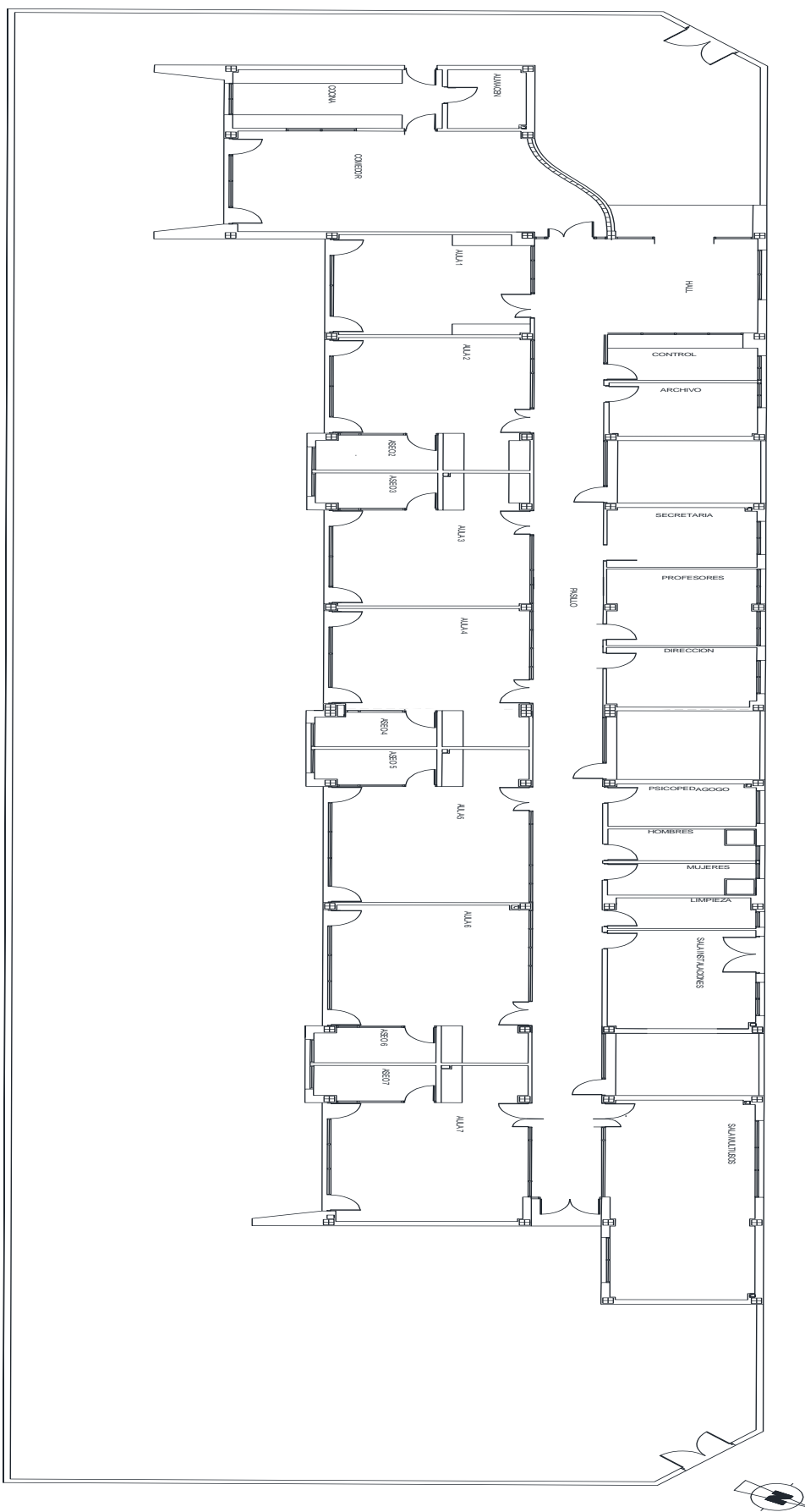
---

## ***III.- PLANOS***

---

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano general.....	100
Alzados.....	101
Cubierta.....	102



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

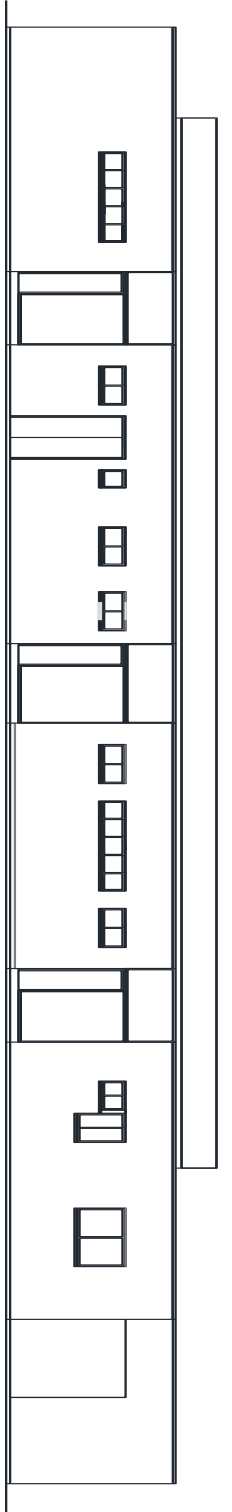
DANIEL RUBIO SORIANO

PLANO GENERAL

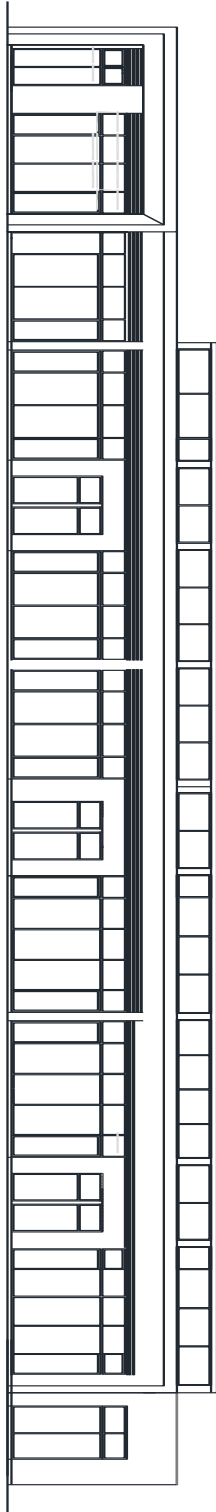
TRABAJO FIN GRADO

ESCALA 1:100

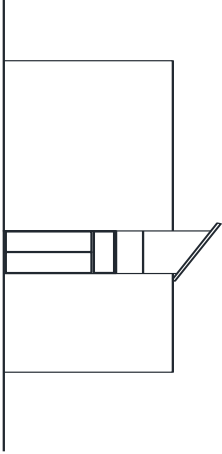
CURSO 2018/2019



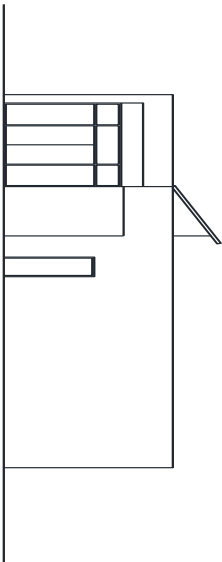
FACHADA NORTE




FACHADA SUR

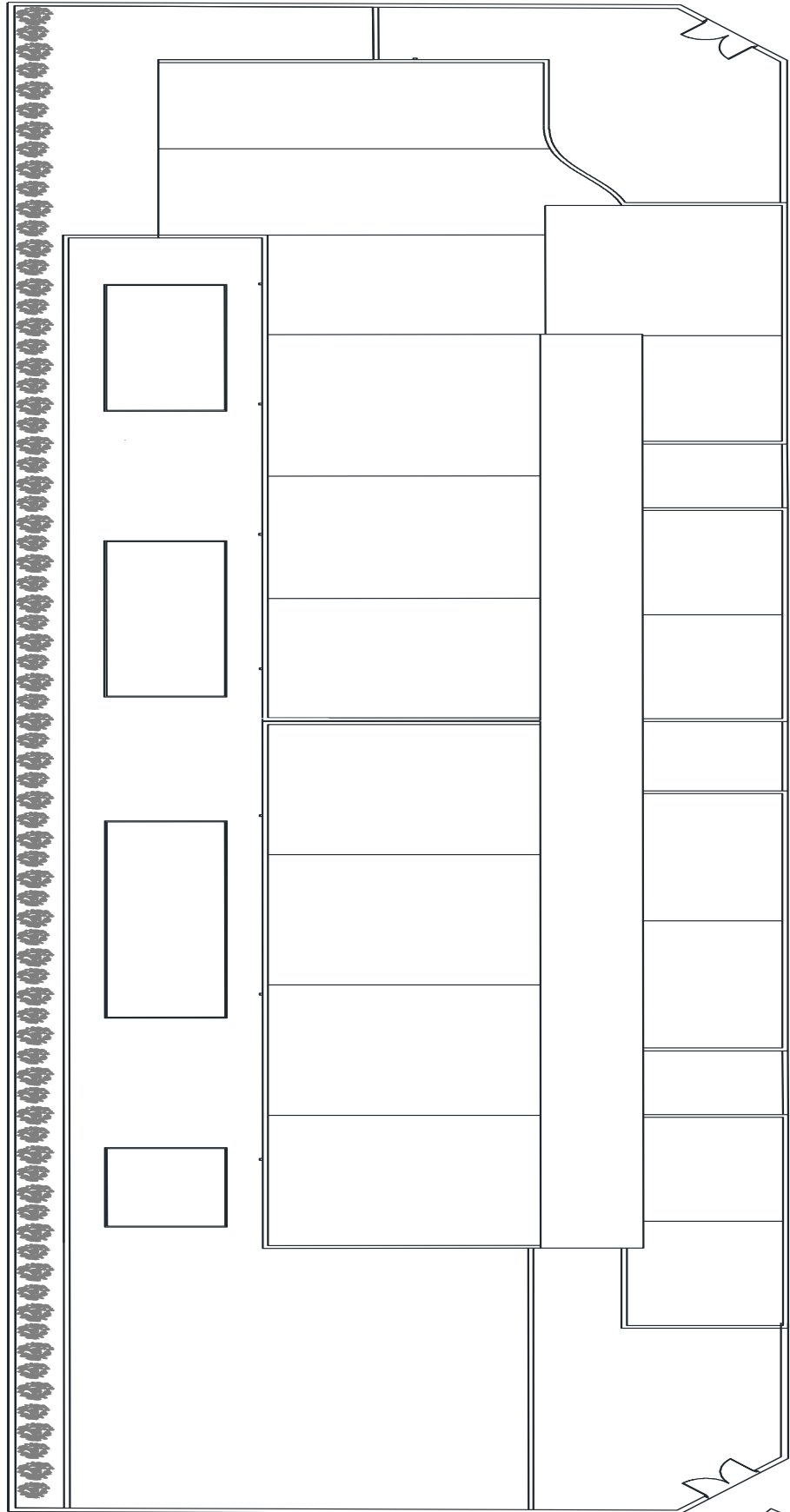


FACHADA ESTE



FACHADA OESTE

 <p>UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>		
<p>DANIEL RUBIO SORIANO</p>		<p>ALZADOS</p>
<p>TRABAJO FIN GRADO</p>		<p>ESCALA 1:100</p>
<p>CURSO 2018/2019</p>		



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

DANIEL RUBIO SORIANO

CUBIERTA

TRABAJO FIN GRADO

ESCALA 1:250

CURSO 2018/2019





---

## ***IV.- ANEXOS***

---

**Certificado energético escuela pública municipal de primer ciclo de l'Alcúdia -  
documentos administrativos -**

## CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

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

Nombre del edificio	Escoleta municipal primer ciclo L'Alcúdia		
Dirección	C/Pizarro con calle Josep Lluís Bauset - - - - -		
Municipio	Alcúdia, l'	Código Postal	46250
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2006 - 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2006		
Referencia/s catastral/es	-		

### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input 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	Daniel Rubio Soriano	NIF/NIE	33473369C
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Alameda - - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46023
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	daruso@etsid.upv.es	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1558.1124, de fecha 17-dic-2016		

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> -año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -año)	
<52.93 A		<7.97 A	
52.93-86.0 B		7.97-12.95 B	
86.01-132.32 C		12.95-19.92 C	
132.32-172.02 D		19.92-25.90 D	
172.02-211.71 E		25.90-31.88 E	
211.71-264.64 F		31.88-39.85 F	
=>264.64 G		=>39.85 G	
	72,37B		11,46B

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 26/03/2019

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 Órgano Territorial Competente:

Fecha de generación del documento

26/03/2019

Ref. Catastral

-


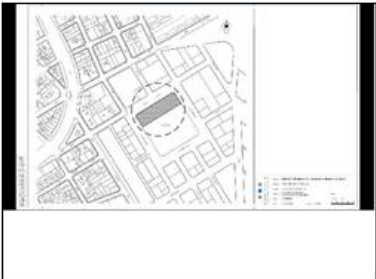
Página 1 de 8

## ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m <sup>2</sup> )	1628,36
--	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Modo de obtención
Cubierta	Fachada	814,17	0,29	Usuario
Cubierta	Cubierta	889,76	0,29	Usuario
<u>Suelo locales húmedos</u>	Suelo	46,46	2,29	Usuario
Fachada norte	Fachada	370,13	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	27,06	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	17,73	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	79,17	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	18,60	0,63	Usuario
Fachada sur	Fachada	31,17	0,44	Usuario
Fachada sur	Fachada	57,57	0,44	Usuario
Fachada sur	Fachada	246,16	0,44	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	9,48	0,53	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	4,50	0,53	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	57,43	0,53	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	4,50	0,53	Usuario
<u>Tab. int despachos-pasillo</u>	Fachada	34,17	1,62	Usuario
Suelo general	Suelo	1581,90	1,08	Usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Doble -- <u>Mrpt</u> - Gris claro	Hueco	2,50	3,29	0,72	<u>PorDefecto</u>	Usuario
Doble bajo emisivo -- <u>Mpvc o mad</u> - Gris claro	Hueco	22,50	1,93	0,72	<u>PorDefecto</u>	Usuario
ventana cocina	Hueco	1,52	2,83	0,64	Usuario	Usuario

Fecha de generación del documento

26/03/2019

Ref. Catastral

-

Página 2 de 8

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
ventana comedor	Hueco	7,44	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 1	Hueco	7,70	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 2	Hueco	6,94	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseo 2-3	Hueco	3,48	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 3	Hueco	7,04	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 4	Hueco	7,68	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseos 4-5	Hueco	3,30	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 5	Hueco	9,18	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 6	Hueco	9,66	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseos 6-7	Hueco	3,52	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 7	Hueco	9,64	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana sala multiusos	Hueco	2,00	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseos H-M	Hueco	0,25	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana psicopedagogo	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana direccion	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana profesores a	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana profesores b	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana secretaria	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana archivo	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana control	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
puerta principal	Hueco	7,02	2,83	0,64	Usuario	Usuario

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS9_EQ1_EQ_Caldera-Conden sacion-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	100,00	264,00	GasNatural	Usuario
<b>TOTALES</b>		<b>100,00</b>			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS1_EQ1_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	7,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS2_EQ2_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS3_EQ3_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS4_EQ4_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS5_EQ5_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS6_EQ6_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	5,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS7_EQ7_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	5,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
SIS8_EQ8_EQ_ED_AireAire_S F-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	5,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

**Generadores de refrigeración**

SIS9_EQ9_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	6,00	355,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
<b>TOTALES</b>		<b>44,00</b>			

**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

<b>Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)</b>	496,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS9_EQ1_EQ_Caldera-Condensación-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	100,00	101,00	GasNatural	Usuario

**4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION**

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m <sup>2</sup> )	VEEI (W/m <sup>2</sup> 100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	4,40	7,00	107,14
P01_E02	25,66	5,10	29,41
P01_E03	4,40	7,00	21,43
P01_E04	14,76	4,18	179,43
P01_E05	11,80	3,40	220,59
P01_E06	11,59	3,37	222,55
P01_E07	17,22	8,52	17,61
P01_E08	11,59	3,40	220,59
P01_E09	10,96	3,31	226,59
P01_E10	17,22	8,52	17,61
P01_E11	10,96	3,31	226,59
P01_E12	10,96	3,31	226,59
P01_E13	17,22	8,52	17,61
P01_E14	10,96	3,31	226,59
P01_E15	19,97	3,43	218,66
P01_E16	4,40	7,00	21,43
P01_E17	4,40	7,00	21,43
P01_E18	4,40	7,00	21,43
P01_E19	4,40	7,00	21,43
P01_E20	4,40	7,00	21,43
P01_E21	4,40	7,00	107,14
P01_E22	4,40	7,00	21,43
P01_E23	13,52	3,56	210,67
P01_E24	20,49	3,55	211,27
P01_E25	4,40	7,00	107,14
P01_E26	4,40	7,00	21,43
P01_E27	4,40	7,00	107,14
P01_E28	4,40	7,00	107,14
P01_E29	16,91	4,90	153,06

**5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN**

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Perfil de uso
P01_E01	814,17	noresidencial-8h-alta

Fecha de generación del documento

26/03/2019

Ref. Catastral

-

Página 4 de 8

**5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN**

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Perfil de uso
P01_E02	21,93	noresidencial-8h-baja
P01_E03	8,69	noresidencial-8h-baja
P01_E04	56,60	noresidencial-8h-alta
P01_E05	34,05	noresidencial-8h-alta
P01_E06	37,77	noresidencial-8h-alta
P01_E07	15,60	noresidencial-8h-baja
P01_E08	37,90	noresidencial-8h-alta
P01_E09	39,63	noresidencial-8h-alta
P01_E10	15,16	noresidencial-8h-baja
P01_E11	44,10	noresidencial-8h-alta
P01_E12	45,93	noresidencial-8h-alta
P01_E13	15,70	noresidencial-8h-baja
P01_E14	45,30	noresidencial-8h-alta
P01_E15	51,37	noresidencial-8h-alta
P01_E16	16,60	noresidencial-8h-baja
P01_E17	26,29	noresidencial-8h-baja
P01_E18	8,57	noresidencial-8h-baja
P01_E19	8,61	noresidencial-8h-baja
P01_E20	8,84	noresidencial-8h-baja
P01_E21	11,55	noresidencial-8h-alta
P01_E22	18,54	noresidencial-8h-baja
P01_E23	15,87	noresidencial-8h-alta
P01_E24	19,85	noresidencial-8h-alta
P01_E25	15,60	noresidencial-8h-alta
P01_E26	17,72	noresidencial-8h-baja
P01_E27	14,03	noresidencial-8h-alta
P01_E28	12,49	noresidencial-8h-alta
P01_E29	149,90	noresidencial-8h-alta

**6. ENERGÍAS RENOVABLES**

**Térmica**

Nombre	Consumo de Energía Final cubierta en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	72,00
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72,00</b>

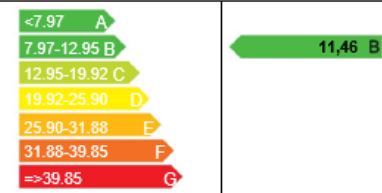
**Eléctrica**

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

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	CertificaciónVerificaciónNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

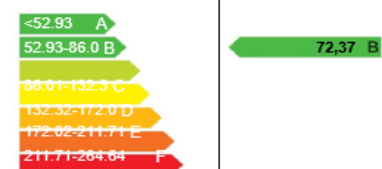
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	Emisiones calefacción (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	E	Emisiones ACS (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	B
Emisiones globales (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año) <sup>1</sup>	2,99		0,50	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
	Emisiones refrigeración (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	B	Emisiones iluminación (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	B
	0,90		7,07	

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

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	2,82	4598,02
Emisiones CO <sub>2</sub> por combustibles fósiles	5,48	8915,66


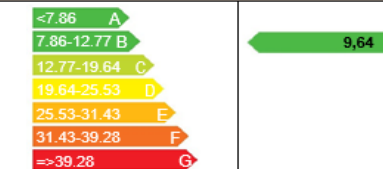
### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	14,12	F	2,34	B
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
	5,30	B	50,60	B

### 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	
	31,32 C		9,64 B
	Demanda de calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)		Demanda de refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> año)

<sup>1</sup>El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo 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 <sup>2</sup> ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año)
<52.93 A	<7.97 A
52.93-86.0 B	7.97-12.95 B
86.01-132.32 C	12.95-19.92 C
132.32-172.02 D	19.92-25.90 D
172.02-211.71 E	25.90-31.88 E
211.71-264.64 F	31.88-39.85 F
=>264.64 G	=>39.85 G

#### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m <sup>2</sup> ·año)
<14.98 A	<7.86 A
14.98-24.3 B	7.86-12.77 B
24.34-37.44 C	12.77-19.64 C
37.44-48.68 D	19.64-25.53 D
48.68-59.91 E	25.53-31.43 E
59.91-74.89 F	31.43-39.28 F
=>74.89 G	=>39.28 G

#### 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 <sup>2</sup> ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m <sup>2</sup> ·año)										
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año)										
Demanda (kWh/m <sup>2</sup> ·año)										

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

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

**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	26/03/19
--	----------

Fecha de generación del documento

26/03/2019

Ref. Catastral

-

Página 8 de 8

## VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en usos distintos al residencial

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Escoleta municipal primer ciclo L'Alcudia		
Dirección	C/Pizarro con calle Josep Lluís Bauset - - - - -		
Municipio	Alcúdia, I'	Código Postal	46250
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2006 - 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2006		
Referencia/s catastral/es	-		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

Nombre y Apellidos	Daniel Rubio Soriano	NIF/NIE	33473369C
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Alameda - - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46023
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	daruso@etsid.upv.es	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1558.1124, de fecha 17-dic-2016		

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta\* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h\*\*

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="42,44"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="20,00"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="5,50"/> kWh/m <sup>2</sup> año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="11,01"/> kWh/m <sup>2</sup> año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="21,39"/> kWh/m <sup>2</sup> año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="35,08"/> kWh/m <sup>2</sup> año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="20,47"/> kWh/m <sup>2</sup> año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="35,56"/> kWh/m <sup>2</sup> año	

Consumo de energía primaria no renovable\*\*

Calificación ( $C_{ep}$ )	<input type="text" value="B"/>	Calificación mínima ( $C_{ep}$ )	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$C_{ep}$	<input type="text" value="72,37"/> kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="86,01"/> kWh/m <sup>2</sup> año	

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

Fecha 26/03/2019

Ref. Catastral -

Página 1 de 6



$C_{ep}$  Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto  
 $C_{ep,B-C}$  Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B

\*La demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración se obtiene como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (Dcal) y la demanda energética de refrigeración (Dref). La expresión que permite obtener la demanda energética conjunta para edificios situados en territorio peninsular es  $DG = Dcal + 0,70 \cdot Dref$  mientras que en territorio extrapeninsular es  $DG = Dcal + 0,85 \cdot Dref$ .

\*\*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.2 de la sección DB-HE1. Se recuerda que otras exigencias de la sección DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

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

Fecha 26/03/2019

Firma del técnico verificador

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

Registro del Organismo Territorial Competente:

Fecha 26/03/2019

Ref. Catastral -

Página 2 de 6

## ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m <sup>2</sup> )	1628,36
<b>Imagen del edificio</b>	<b>Plano de situación</b>
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Modo de obtención
Cubierta	Fachada	814,17	0,29	Usuario
Cubierta	Cubierta	889,76	0,29	Usuario
Suelo locales humedos	Suelo	46,46	2,29	Usuario
Fachada norte	Fachada	370,13	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	27,06	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	17,73	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	79,17	0,63	Usuario
Fachada norte	Fachada	18,60	0,63	Usuario
Fachada sur	Fachada	31,17	0,44	Usuario
Fachada sur	Fachada	57,57	0,44	Usuario
Fachada sur	Fachada	246,16	0,44	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	9,48	0,53	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	4,50	0,53	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	57,43	0,53	Usuario
Fachada sur aseos	Fachada	4,50	0,53	Usuario
Tab int despachos-pasillo	Fachada	34,17	1,62	Usuario
Suelo general	Suelo	1581,90	1,08	Usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Doble -- Mrpt - Gris claro	Hueco	2,50	3,29	0,72	PorDefecto	Usuario
Doble bajo emisivo -- Mpvc o	Hueco	22,50	1,93	0,72	PorDefecto	Usuario
ventana cocina	Hueco	1,52	2,83	0,64	Usuario	Usuario

Fecha  
Ref. Catastral

26/03/2019

Página 3 de 6

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
ventana comedor	Hueco	7,44	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 1	Hueco	7,70	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 2	Hueco	6,94	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseo 2-3	Hueco	3,48	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 3	Hueco	7,04	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 4	Hueco	7,68	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseos 4-5	Hueco	3,30	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 5	Hueco	9,18	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 6	Hueco	9,66	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseos 6-7	Hueco	3,52	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aula 7	Hueco	9,64	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana sala multiusos	Hueco	2,00	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana aseos H-M	Hueco	0,25	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana psicopedagogo	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana direccion	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana profesores a	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana profesores b	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana secretaria	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana archivo	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
ventana control	Hueco	0,50	2,83	0,64	Usuario	Usuario
puerta principal	Hueco	7,02	2,83	0,64	Usuario	Usuario

**3. INSTALACIONES TÉRMICAS**

**Generadores de calefacción**

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS9_EQ1_EQ_Caldera-Condensacion-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	100,00	264,00	GasNatural	Usuario

**Generadores de refrigeración**

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS1_EQ1_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	7,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
SIS2_EQ2_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
SIS3_EQ3_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
SIS4_EQ4_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
SIS5_EQ5_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	4,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
SIS6_EQ6_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	5,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
SIS7_EQ7_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	5,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario
SIS8_EQ8_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	5,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario

Fecha 26/03/2019  
Ref. Catastral -

**Generadores de refrigeración**

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS9_EQ9_EQ_ED_AireAire_SF-Defecto	Expansión directa aire-aire sólo frío	6,00	355,00	ElectricidadPenínsula	Usuario

**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS9_EQ1_EQ_Caldera-Condensacion-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	100,00	101,00	GasNatural	Usuario

**4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION**

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m²)	VEEI (W/m²100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	4,40	7,00	107,14
P01_E02	25,66	5,10	29,41
P01_E03	4,40	7,00	21,43
P01_E04	14,76	4,18	179,43
P01_E05	11,80	3,40	220,59
P01_E06	11,59	3,37	222,55
P01_E07	17,22	8,52	17,81
P01_E08	11,59	3,40	220,59
P01_E09	10,96	3,31	226,59
P01_E10	17,22	8,52	17,81
P01_E11	10,96	3,31	226,59
P01_E12	10,96	3,31	226,59
P01_E13	17,22	8,52	17,81
P01_E14	10,96	3,31	226,59
P01_E15	19,97	3,43	218,66
P01_E16	4,40	7,00	21,43
P01_E17	4,40	7,00	21,43
P01_E18	4,40	7,00	21,43
P01_E19	4,40	7,00	21,43
P01_E20	4,40	7,00	21,43
P01_E21	4,40	7,00	107,14
P01_E22	4,40	7,00	21,43
P01_E23	13,52	3,56	210,67
P01_E24	20,49	3,55	211,27
P01_E25	4,40	7,00	107,14
P01_E26	4,40	7,00	21,43
P01_E27	4,40	7,00	107,14
P01_E28	4,40	7,00	107,14
P01_E29	16,91	4,90	153,06

**5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN**

Espacio	Superficie (m²)	Perfil de uso
P01_E01	814,17	noresidencial-8h-alta
P01_E02	21,93	noresidencial-8h-baja



**5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN**

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Perfil de uso
P01_E03	8,69	noresidencial-8h-baja
P01_E04	56,60	noresidencial-8h-alta
P01_E05	34,05	noresidencial-8h-alta
P01_E06	37,77	noresidencial-8h-alta
P01_E07	15,60	noresidencial-8h-baja
P01_E08	37,90	noresidencial-8h-alta
P01_E09	39,63	noresidencial-8h-alta
P01_E10	15,18	noresidencial-8h-baja
P01_E11	44,10	noresidencial-8h-alta
P01_E12	45,93	noresidencial-8h-alta
P01_E13	15,70	noresidencial-8h-baja
P01_E14	45,30	noresidencial-8h-alta
P01_E15	51,37	noresidencial-8h-alta
P01_E16	16,60	noresidencial-8h-baja
P01_E17	26,29	noresidencial-8h-baja
P01_E18	8,57	noresidencial-8h-baja
P01_E19	8,61	noresidencial-8h-baja
P01_E20	8,84	noresidencial-8h-baja
P01_E21	11,55	noresidencial-8h-alta
P01_E22	18,54	noresidencial-8h-baja
P01_E23	15,87	noresidencial-8h-alta
P01_E24	19,85	noresidencial-8h-alta
P01_E25	15,60	noresidencial-8h-alta
P01_E26	17,72	noresidencial-8h-baja
P01_E27	14,03	noresidencial-8h-alta
P01_E28	12,49	noresidencial-8h-alta
P01_E29	149,90	noresidencial-8h-alta

Fecha

26/03/2019

Ref. Catastral

-

Página 6 de 6