

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

**MÁSTER EN INSTALACIONES TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS.
EFICIENCIA ENERGÉTICA**



**“ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DE OFICINAS Y
DE SUS INSTALACIONES EN ZARAGOZA UTILIZANDO LA
HERRAMIENTA INFORMÁTICA CALENER GT”**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Julio – 2015

AUTOR: Roberto Lucas Miralles

DIRECTOR/ES: Pedro Martínez Martínez

Manuel Jesús Romero Rincón

MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL TFM PRESENTADO.....	2
2.	DATOS DEL ALUMNO.....	3
3.	NORMATIVA APLICADA.....	3
4.	CRITERIOS Y CONSIDERACIONES SEGUIDAS.....	4
4.1.	Descripción general del edificio y sus instalaciones.....	4
4.1.1.	Emplazamiento y orientación.....	4
4.1.2.	Uso, distribución y ocupación.....	5
4.1.3.	Características constructivas.....	7
4.1.4.	Espacios y cargas consideradas.....	10
4.1.5.	Sistema de climatización.....	12
4.1.5.1	Esquemas de principio.....	12
4.1.6.	Sistema abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria.....	18
4.2.	Justificación del cumplimiento del DB-HE0 del CTE DB-HE 2013.....	19
4.3.	Justificación del cumplimiento del DB-HE1 del CTE DB-HE 2013.....	20
4.4.	Justificación del cálculo del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS.....	22
4.5.	Justificación del consumo de Agua Caliente Sanitaria.....	23
4.6.	Justificación de la cobertura solar térmica considerada.....	24
4.6.1.	Cálculos justificativos según el con el DB-HE 2013.....	24
4.6.2.	Cálculos justificativos según el con el DB-HE 2006.....	25
4.7.	Justificación de las características de las instalaciones de iluminación.....	29
4.8.	Justificación de la producción de energía eléctrica fotovoltaica.....	31
5.	ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS DE CALENER-GT ANTE DIFERENTES ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS.....	34
6.	ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LA HERRAMIENTA UNIFICADA ANTE DIFERENTES ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS.....	35
7.	CONCLUSIÓN.....	36
8.	CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO.....	39

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL TFM PRESENTADO.

Este documento tiene por objeto el análisis energético de un edificio de oficinas ubicado en Zaragoza.

El conocimiento de la demanda energética, las soluciones constructivas, las instalaciones de climatización (calefacción y aire acondicionado), agua caliente sanitaria e iluminación se incluirán en este trabajo. A partir de esa información se determina el consumo energético del edificio.

Este análisis, desde el punto de la eficiencia energética, permitirá detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro, mejora de la eficiencia y diversificación de energía y su repercusión en coste energético, así como otros beneficios y costes asociados.

Asimismo se incluyen instalaciones de energías renovables como la producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar térmica y producción de energía eléctrica mediante una instalación fotovoltaica.

El trabajo está estructurado en cuatro partes:

En primer lugar, se realiza una descripción general del edificio: emplazamiento, uso y ocupación, soluciones constructivas de la envolvente térmica, sistemas de climatización, ACS, iluminación, y la instalación solar fotovoltaica.

En segundo lugar, se abarca la justificación del DB-HE0 (LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO) y DB-HE1 (LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA) del CTE DB-HE 2013, del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS, de la contribución solar térmica considerada, de las características de las instalaciones de iluminación y de la producción de energía eléctrica fotovoltaica.

Una vez caracterizado el comportamiento energético del edificio, se exponen las conclusiones del análisis efectuado con las posibilidades de ahorro y mejora de la eficiencia energética.

Por último, se incluirá el Certificado Energético del Edificio que incluirá el contenido mínimo exigido por el artículo 6 del RD 235/2013.

El índice de contenidos se ha realizado en base al contenido mínimo de la asignatura Trabajo Fin de Máster del “Máster en Instalaciones Térmicas y Eléctricas. Eficiencia Energética.” sin pretender con ello que se convierta en un documento adaptado para su tramitación.

2. DATOS DEL ALUMNO.

Nombre	Roberto Lucas Miralles
Teléfono	653441121
E-mail	rlucas2@gmail.com

3. NORMATIVA APLICADA.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios aprobado por el Real Decreto Real 1027/2007, de 20 de julio que establece las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

El Código Técnico de la Edificación (CTE), marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

Documento Básico HE de ahorro de energía de 2013 cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía del artículo 15 de la Parte I del Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

Documento Básico HS Salubridad: apartado de Exigencia básica HS 4: Suministro de agua para el cálculo de consumo de agua caliente sanitaria.

4. CRITERIOS Y CONSIDERACIONES SEGUIDAS.

4.1. Descripción general del edificio y sus instalaciones.

El edificio objeto de análisis, de 434 m² de superficie, es un edificio de nueva construcción cuyo uso está destinado a oficinas.

Es un edificio de una única planta que se ha distribuido en cinco espacios: 3 despachos, 2 salas de reuniones, una zona de aseos y un distribuidor. Los despachos y las salas de reuniones son espacios acondicionados, mientras que los aseos y el distribuidor son espacios no acondicionados.

El sistema de climatización es centralizado, con una planta enfriadora condensada por aire, y una caldera de gas natural, que alimenta a fan coils situados en los despachos y en las salas de reuniones.

El suministro de ACS se realiza a través de una instalación solar térmica con apoyo de un termo eléctrico.

Además se dispone de una instalación solar fotovoltaica que suministra parte de la energía eléctrica consumida en el edificio.

4.1.1. Emplazamiento y orientación.

El edificio objeto de análisis está ubicado en Zaragoza.

Localidad:	Zaragoza
Provincia:	Zaragoza
Latitud (grados):	41,7
Altitud sobre el nivel del mar:	200 m

Tabla 1. Datos geográficos de la ubicación del edificio.

La zona de los despachos y de los aseos tiene orientación sur. Las salas de reuniones, orientación norte.

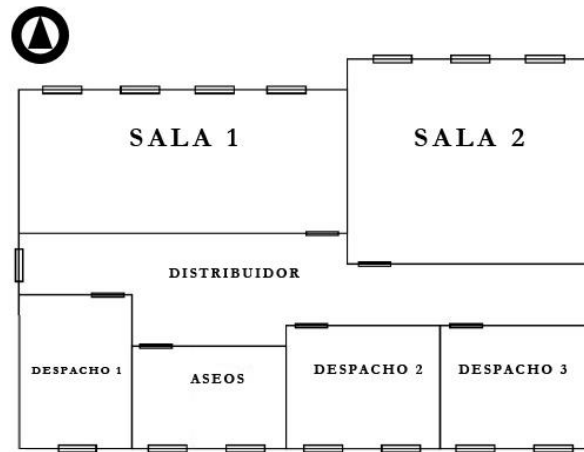


Figura 1. Orientación del edificio.

4.1.2. Uso, distribución y ocupación.

La geometría del edificio, su distribución y sus dimensiones se muestran en el esquema adjunto.



Figura 2. Dimensiones del edificio.

La altura del local de suelo a suelo es de 3,2 m, considerando un falso techo 0,2 m y una anchura de forjado de 0,3 m..

Las dimensiones de las ventanas y la puerta se muestran en la siguiente tabla:

Huecos	Ancho (m)	Alto (m)
Ventana	2	1,5
Puerta	1,2	2

Tabla 2. Características de las ventanas y los marcos.

La ocupación de cada espacio y su superficie son las siguientes:

Espacios	Ocupación (personas)	Superficie (m ²)	Superficie / Ocupación (m ² /persona)
Despacho 1	4	36	9
Despacho 2	4	40	10
Despacho 3	4	40	10
Sala 1	8	96	12
Sala 2	8	112	14
Distribuidor	1	78	78
Aseos	1	32	32
Total	30	434	

Tabla 3. Superficie y ocupación de los espacios.

El horario de trabajo de las oficinas es de lunes a viernes: 09:00 a 14:00 y 16:00 a 19:00.

Sábados, domingos y el mes de vacaciones (Agosto) ocupación nula.

4.1.3. Características constructivas.

Las absorptividades de los cerramientos se obtienen del manual de referencia del programa CALENER-GT. Se ha considerado el color de la fachada “gris claro” y el color de la cubierta “Roja”.

Material	Absortividad	Pintura	Absortividad
Lámina de aluminio pulida	0.12	Capa de aluminio	0.40
Pavimento de asfalto	0.82	Negra lisa	0.95
Ladrillo claro	0.55	Negra lacada	0.92
Ladrillo rojo	0.88	Negra mate	0.98
Ladrillo barnizado	0.25	Azul claro	0.88
Cemento con amianto incoloro	0.75	Azul oscuro	0.91
Cemento amianto blanco	0.61	Marrón oscuro	0.88
Hormigón negro	0.91	Esmalte marrón	0.79
Hormigón color pardo	0.85	Marrón medio	0.84
Hormigón normal	0.65	Marrón claro	0.80
Fieltro bituminoso	0.88	Gris oscuro	0.91
Grava	0.29	Gris claro	0.75
Chapa galvanizado blanca	0.26	Verde claro	0.47
Mármol blanco	0.58	Verde oscuro	0.89
Cubierta clara	0.50	Roja	0.74
Cubierta vegetal	0.86	Media capa de óxido	0.78
Pizarra	0.87	Plateada	0.25
Superficie de estaño	0.05	Blanca brillante	0.25
Madera lisa	0.78	Blanca lacada	0.21
		Amarilla	0.57

Tabla 1 Valores típicos de absorptividad solar. Fuente: Manuales del DOE-2.2

Tabla 4. Tabla de absorptividades de diferentes materiales.

4.1.3.1. Composición de los cerramientos.

Cubierta plana. Absorptividad exterior 0,74.

Descripción	Espesor (m)	Conductividad (W/m·K)	Densidad (kg/m ³)	Calor Esp. (J/Kg·K)	Resistencia (m ² ·K/W)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	2000	800	0,02
Mortero de cemento	0,01	0,55	1125	1000	0,018
XPS poliestireno extruido	0,08	0,034	38	1000	2,353
Impermeabilización betún	0,003	0,23	1100	1000	0,013
Mortero de cemento	0,01	0,55	1125	1000	0,018
Hormigón en masa	0,02	1,65	2150	1000	0,012
Forjado unidireccional hormigón	0,3	0,937	1110	1000	0,320
Cámara de aire	0,2				0,380
Enlucido de yeso	0,015	0,57	800	1150	0,026
					3,161 Rt
					3,301 Rt+Rs+Re
					U 0,303 W/m ² ·K

Tabla 5. Composición de la cubierta plana.

Suelo.

Descripción	Espesor (m)	Conductividad (W/m·K)	Densidad (kg/m ³)	Calor Esp. (J/Kg·K)	Resistencia (m ² ·K/W)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	2000	800	0,020
Mortero de cemento	0,02	0,55	1125	1000	0,036
EPS poliestireno expandido	0,05	0,037	30	1000	1,351
Hormigón armado	0,2	2,3	2400	1000	0,087
					1,495 Rt
					1,635 Rt+Rs+Re
				U	0,612 W/m ² ·K

Tabla 6. Composición del suelo.

Fachada. Absortividad exterior 0,75.

Descripción	Espesor (m)	Conductividad (W/m·K)	Densidad (kg/m ³)	Calor Esp. (J/Kg·K)	Resistencia (m ² ·K/W)
½ pie LM	0,123	0,68	1140	1000	0,181
Mortero de cemento	0,01	0,55	1125	1000	0,018
EPS poliestireno expandido	0,08	0,037	30	1000	2,162
LH doble	0,075	0,469	930	1000	0,160
Enlucido de yeso	0,015	0,57	800	1150	0,026
					2,547 Rt
					2,717 Rt+Rs+Re
				U	0,368 W/m ² ·K

Tabla 7. Composición de la fachada.

Tabique.

Descripción	Espesor (m)	Conductividad (W/m·K)	Densidad (kg/m ³)	Calor Esp. (J/Kg·K)	Resistencia (m ² ·K/W)
Enlucido de yeso	0,015	0,57	800	1150	0,03
LH doble	0,075	0,469	930	1000	0,16
Enlucido de yeso	0,015	0,57	800	1150	0,03
					0,21 Rt
					0,38 Rt+Rs+Re
				U	2,61 W/m ² ·K

Tabla 8. Composición del tabique.

Acristalamientos.

A continuación se muestran las características del acristalamiento seleccionado que han sido calculadas mediante el software Calumen II.

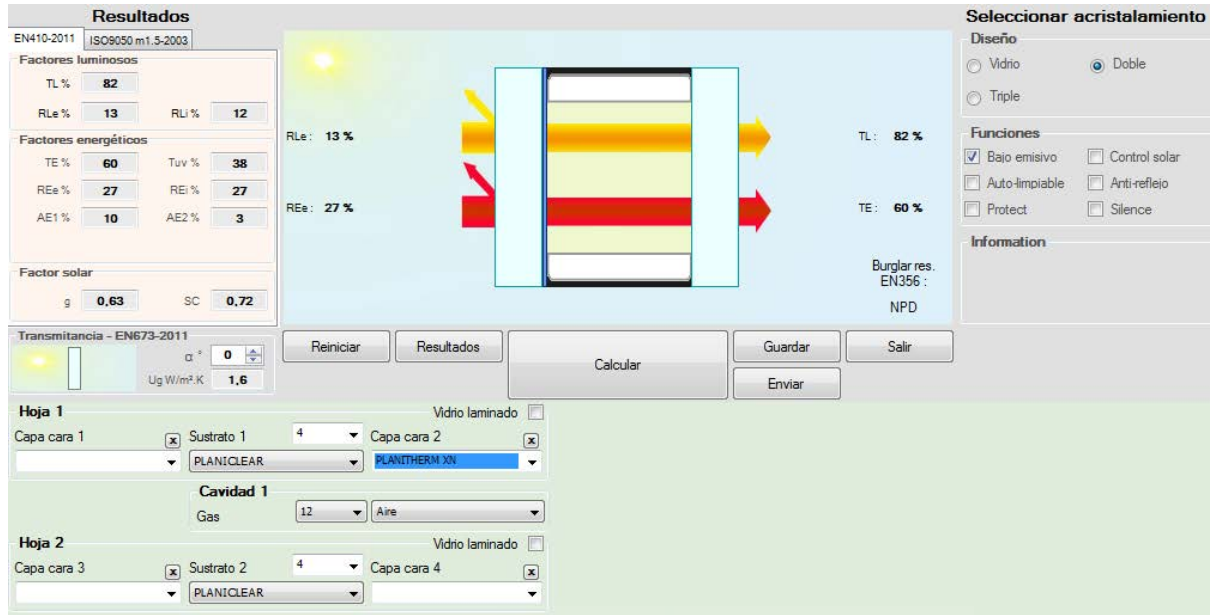


Figura 3. Datos del acristalamiento obtenidos con Calumen II.

Vidrio 4-12-4	
Factor solar g	0,63
Transmitancia térmica U (W/m ² ·K)	1,6
Transmisividad visible TL (%)	82
Marco	PVC 3 cámaras
% de marco	20 %
Clase de permeabilidad al aire	Clase 3

Tabla 9. Datos de la ventana.

Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) (m ³ /h·m ²)	Presión máxima de ensayo (Pa)(km/h)
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	≤ 50	150 (56 km/h)
2	≤ 27	300 (80 km/h)
3	≤ 9	600 (113 km/h)
4	≤ 3	600 (113 km/h)

Tabla 10. Clases de permeabilidad de huecos.

Puerta.

Puerta	
Marco	PVC 3 cámaras
% de marco	40 %

Tabla 11. Datos de la puerta.

4.1.4. Espacios y cargas consideradas.

Se considera que la actividad en los espacios acondicionados es "Trabajo de oficina moderado" obteniendo los valores de referencia siguientes en el calor sensible y latente por ocupante:

Grado de Actividad	Aplicación típica	OCUP-Q-SEN (W/persona)	OCUP-Q-LAT (W/persona)
Sentado en teatro	Teatro (Matinal)	65	30
Sentado en teatro	Teatro (Tarde)	70	30
Sentado, trabajo ligero	Oficinas, hoteles, apartamentos	70	45
Trabajo de oficina moderado	Oficinas, hoteles, apartamentos	75	55
De pie, trabajo ligero, andando	Grandes almacenes, venta al por menor	75	55
Caminando, de pie	Farmacia, banco	75	70
Trabajo sedentario	Restaurante	80	80
Baile moderado	Pistas de baile	90	160
Andando, trabajo ligero	Fábrica	110	185
Jugar a los bolos	Boleras	170	255
Trabajo duro	Fábrica	170	255
Trabajo, maquinaria pesada	Fábrica	185	285
Atletismo	Gimnasio	210	315

Tabla 2 Valores típicos de calor sensible y latente por ocupante, en función de la actividad (Fuente: ASHRAE 1989 Handbook of Fundamentals, Tabla 3, p. 26.7.)

Tabla 12. Grado de actividad y calores sensible y latente.

Espacios	Superficie / Ocupación (m ² /persona)	Sensible ocupante (W/persona)	Latente ocupante (W/persona)	Equipos (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)
Despacho 1	9	75	55	15	12
Despacho 2	10	75	55	15	12
Despacho 3	10	75	55	15	12
Sala 1	12	75	55	15	12
Sala 2	14	75	55	15	12

Tabla 13. Cargas en los espacios.

Para estos espacios se considera una potencia por superficies de 15 W/m² para equipos eléctricos y 12 W/m² de iluminación, lo que se considera un carga interna muy alta.

Carga interna	Densidad de las fuentes internas, C _{FI} [W/m ²]
Baja	< 6
Media	6 – 9
Alta	9 – 12
Muy alta	> 12

Tabla 14. Grado de carga interna.

4.1.4.1. Ventilación según RITE.

Cálculo de los caudales de ventilación por el método indirecto de aire exterior por persona.

IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	Aire de buena calidad: oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	Aire de calidad baja: no se debe aplicar.

Tabla 15. Calidad del aire.

Espacios	IDA	Q _{Ventilación} (l/s·persona)	Q _{Ventilación} (m ³ /h·persona)
Despacho 1	2	12,5	45
Despacho 2	2	12,5	45
Despacho 3	2	12,5	45
Sala 1	2	12,5	45
Sala 2	2	12,5	45

Tabla 16. Cálculo de ventilación en los espacios según RITE.

4.1.5. Sistema de climatización.

La instalación de climatización es un sistema todo agua a cuatro tubos, una caldera genera el agua caliente y una planta enfriadora con compresor eléctrico proporciona el agua fría.

Los subsistemas secundarios, ubicados en los despachos y las salas de reunión, son fan-coils a 4 tubos.

Existe un circuito primario de agua caliente que distribuye el agua a los despachos y a las salas mediante dos circuitos secundarios que confluyen en un colector. Cada uno de los tres circuitos dispone de su bomba.

De forma análoga a la parte de agua caliente, existe un circuito de agua fría primario que distribuye el fluido a los despachos y a las salas con dos circuitos secundarios independientes.

4.1.5.1 Esquemas de principio.



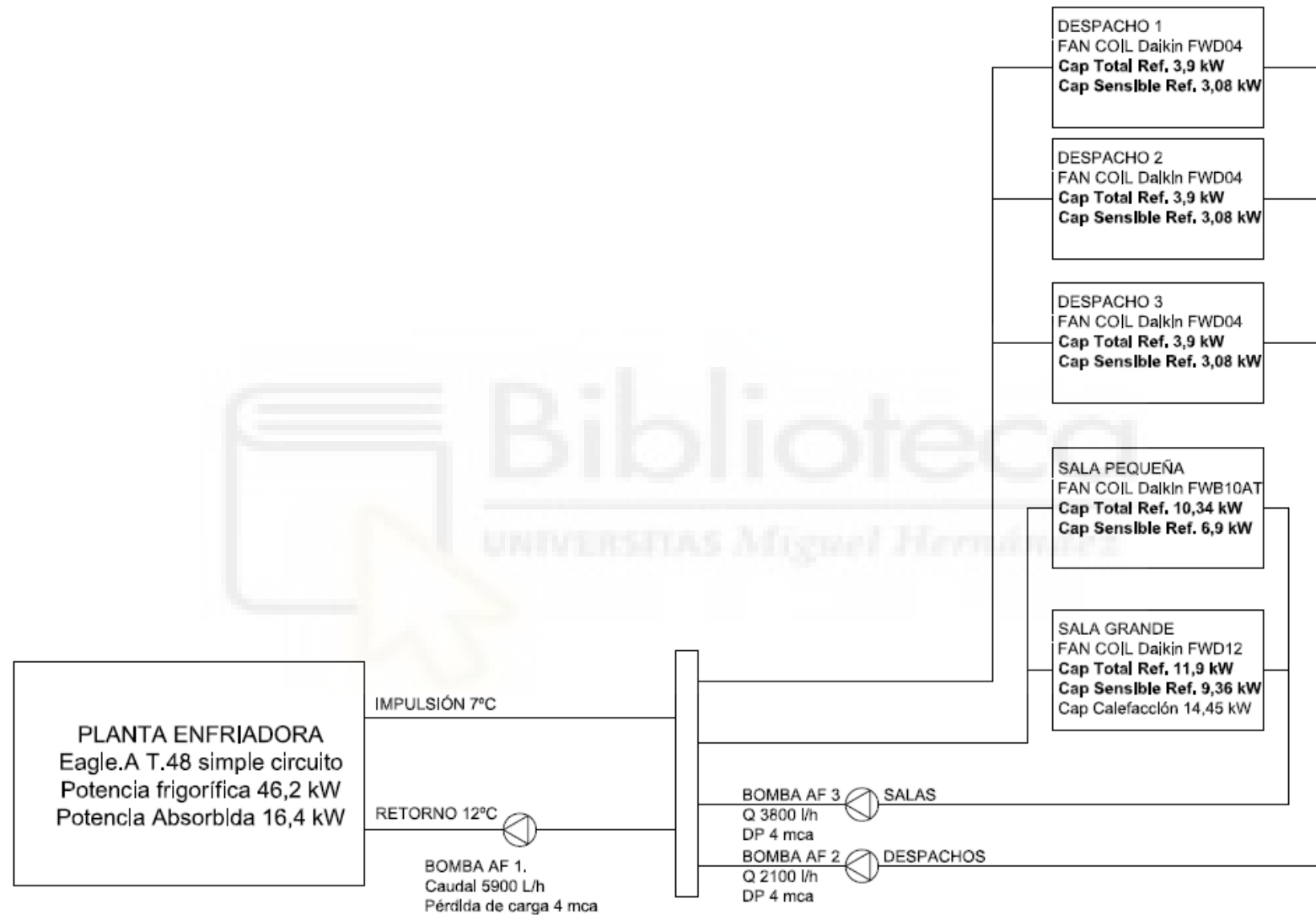


Figura 4. Esquema de principio de la instalación de refrigeración.

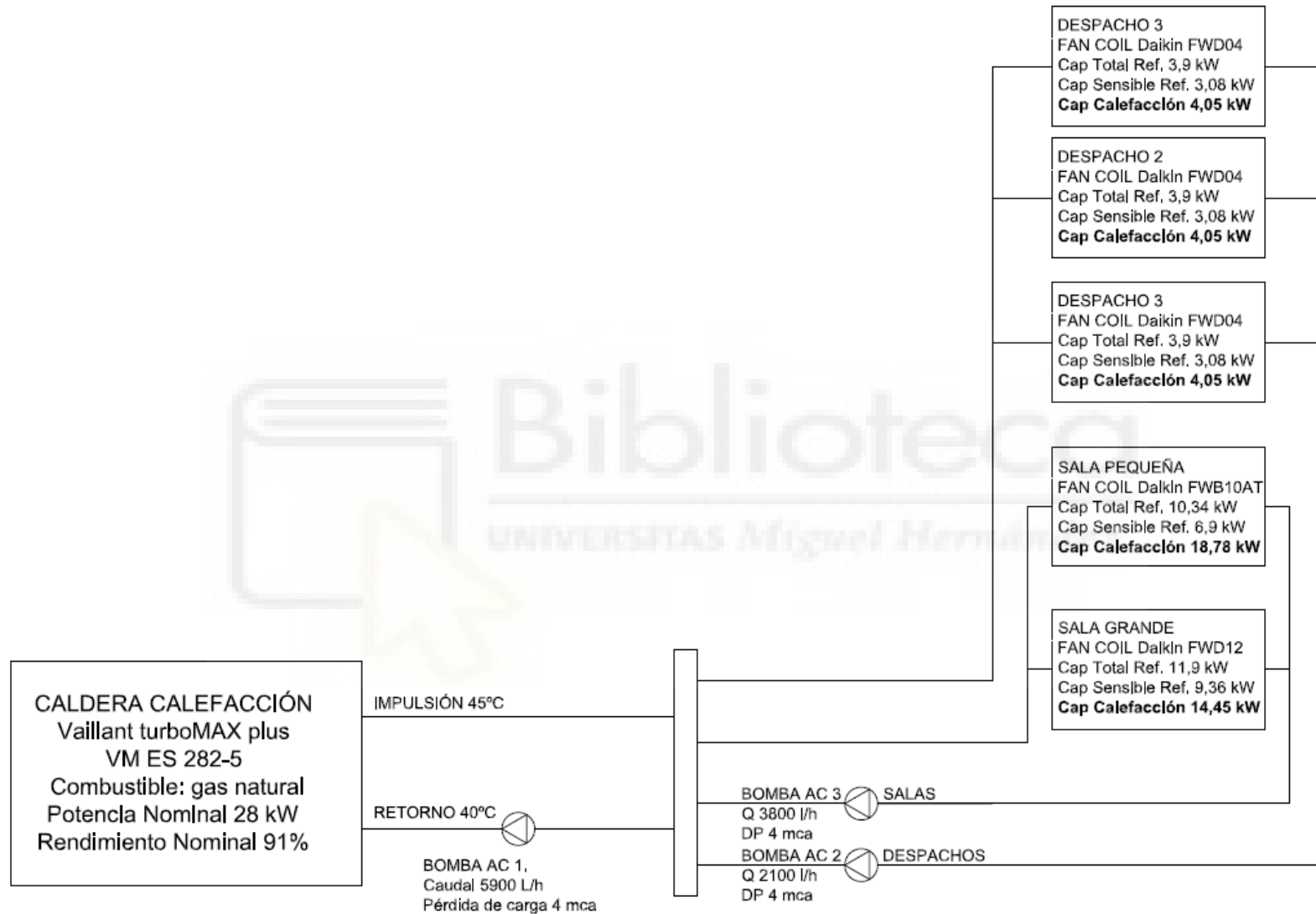
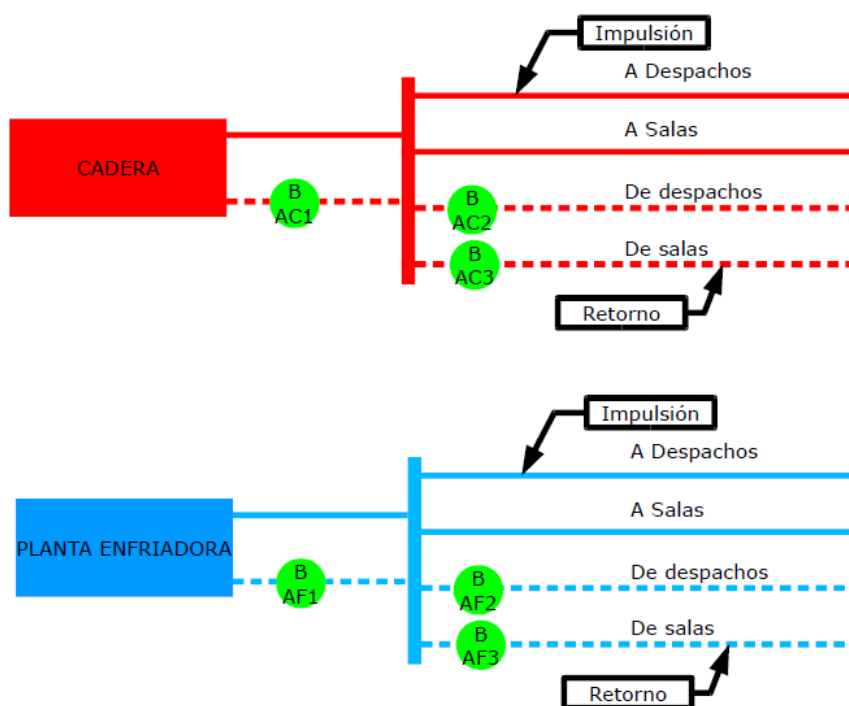


Figura 5. Esquema de principio de la instalación de calefacción.



Se muestran en la tabla siguiente las características principales de las 6 bombas de la instalación de climatización.

Bombas	Caudal (l/h)	Pérdida de carga (m.c.a.)
AF1	5900	4
AF2	2100	4
AF3	3800	4
AC1	5900	4
AC2	2100	4
AC3	3800	4

Tabla 17. Características de las bombas.

La caldera instalada es la **Vaillant turboMAX plus VM ES 282-5**. De su hoja de características se han obtenido los siguientes datos principales:

Caldera	Vaillant turboMAX plus VM ES 282-5.
Combustible	gas natural
P_n	28 kW
Rendimiento	91%
Salto de T^a	5°
T^a impulsión	45°
T^a retorno	40°

Tabla 18. Características de la caldera.

MAX plus VM sólo calefacción

Unidad	turboMAX plus		atmoMAX plus		
	VM ES 242-5	VM ES 282-5	VM ES 240-5	VM ES 280-5	
Calefacción/Acumulación					
Consumo calorífico nominal máximo	kW	26,7	31,1	26,7	31,1
Consumo calorífico nominal mínimo	kW	10,6	12,4	10,6	12,4
Margen de modulación de potencia	kW	8,9 - 24	10,4 - 28	9,1 - 24	10,7 - 28
Potencia nominal	kW	24	28	24	28
Rendimiento máximo	%	93	93	93	93
Rendimiento nominal	%	91	91	90	90
Rango de temperaturas de impulsión	°C	35 - 82	35 - 82	35 - 82	35 - 82
Cantidad nominal de agua ($\Delta T = 20$ K)	l/h	1032	1203	1032	1203
Presión disponible para circuito primario	mbar	250	250	250	250
Volumen del vaso de expansión	l	6	10	6	10
Presión previa del vaso de expansión	bar	0,75	0,75	0,75	0,75
Presión máxima del circuito	bar	3	3	3	3
Conexiones de la caldera					
Ida y retorno de calefacción	mm Ø	22	22	22	22
Entrada y salida de agua san. (con machón)	R"	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4
Toma de gas	mm Ø	15	15	15	15
Salida de la válvula de seguridad	mm Ø	15	15	15	15
Dimensiones					
Altura	mm	800	800	800	800
Anchura	mm	440	440	440	440
Profundidad	mm	338	338	338	338
Peso, aprox.	kg	41	43	43	35
Conducto de evacuación					
Diámetro	mm	60/100	60/100	130	130
Distancia alcanzable	Vertical m	5,3	4,3	-	-
	Horizontal m	4,5 + 1 codo 90°	3,2 + 1 codo 90°	-	-
Conexión eléctrica					
Tensión/frecuencia de alimentación	V/Hz	220/50	220/50	220/50	220/50
Potencia absorbida	W	150	150	110	110
Tipo de protección eléctrica	IPx4D	IPx4D	IPx4D	IPx4D	IPx4D
Combustión					
Caudal de los PDC (Potencia mín./máx.)	g/s	17,8/16,1	21,4/18,9	20,0/21,1	20,6/21,7
Temperatura de los PDC (Potencia máx.)	°C	130	140	115	120
Homologación		CE-0063BL3068	CE-0063BL3068	CE-0085AU0462	CE-0085AU0462

Figura 6. Hoja de características de la caldera.

La enfriadora instalada es la **Eagle.A T.48 simple circuito**. De su hoja de características se han obtenido los siguientes datos principales:

Enfriadora	Eagle.A T.48 simple circuito
P_n	46,2 kW
P_c	16,4 kW
EER	2,82
	Agua condensada por aire
	Bomba de calor
	Compresor eléctrico

Tabla 19. Características de la enfriadora.

Planta enfriadora

eagle

plantas enfriadoras de agua condensadas por aire y bomba de calor

CARACTERÍSTICAS Y DATOS NOMINALES

EAGLE.A simple circuito

MODELO	T.40	T.46	T.54	T.60	T.70	T.90	T.120	T.150	T.200	T.220	T.290
	P2-S	P2-S	P2-S	P2-S	P2-S	P2-S	P2-S	P2-S	P2-S	P3-S	P3-S
Tamaño	U5	U5	U5	U6	U6	U7	U7	U8L	U8L	U9L	U9L
Potencia frigorífica (1)	kW 40,0	46,2	53,6	61,3	70,9	90,8	112,7	148,6	192,7	223,4	287,0
Compresor	n. 2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Potencia absorbida (1)	kW 13,8	16,4	19,3	20,6	24,3	30,7	39,1	50,5	63,4	78,3	95,3
Circuito de gas	n. 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Presión sonora (2)	dB(A) 65,0	65,0	65,0	66,3	66,4	74,2	74,4	76,0	75,4	75,3	76,5

Figura 7. Hoja de características de la enfriadora.

Se muestran los datos de los fan-coils instalados en los diferentes espacios con las características principales obtenidas de sus hojas de características.

Espacios	Equipo	Total (kW)	Sensible (kW)	Calefacción (kW)	Consumo (W)	Caudal aire (m3/h)
Despacho 1	DAIKIN FWD04	3,9	3,08	4,05	177	800
Despacho 2	DAIKIN FWD04	3,9	3,08	4,05	177	800
Despacho 3	DAIKIN FWD04	3,9	3,08	4,05	177	800
Sala 1	FWD 10AT	10,34	6,9	18,78	294	1200/600
Sala 2	FWD12	11,9	9,36	14,45	530	2200

Tabla 20. Características de los fancoils.

Nota: Los datos de los Fan-coils FWD-J están referidos con una presión estática disponible de 30 Pa.

UNIDADES DE TECHO SIN ENVOLVENTE CON PRESIÓN DISPONIBLE		FWB02AT	FWB03AT	FWB04AT	FWB05AT	FWB06AT	FWB07AT	FWB08AT	FWB09AT	FWB10AT
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW 2,61	3,14	3,49	5,08	5,45	6,47	7,57	8,67	10,34
	Sensible	kW 1,88	2,16	2,34	3,6	3,87	4,4	5,23	5,96	6,9
	Calefacción	kW 5,47	6,01	6,47	10,31	11,39	12,28	15,05	16,85	18,78
Consumo Total (A)	W	106	106	106	192	192	192	294	294	294
Presión estática disponible (A)	Pa	71	71	71	65	65	65	59	59	59
Caudal de aire (A/B)	m ³ /h	400/180	400/180	400/180	800/300	800/300	800/300	1200/600	1200/600	1200/600
Dimensiones (AlxAnxF)	mm	239/1.039/609	239/1.039/609	239/1.039/609	239/1.389/609	239/1.389/609	239/1.389/609	239/1.739/609	239/1.739/609	239/1.739/609
Peso (en funcionamiento)	kg	24,0	26,0	28,0	33,0	35,0	38,0	45,0	48,0	52,0
Nivel potencia sonora (A/B)	dB(A)	58/36	58/36	58/36	60/37	60/37	60/37	69/53	69/53	69/53

UNID. DE TECHO SIN ENVOLVENTE CON PRESIÓN DISPONIBLE (TIPO APARTAMENTO) 2 TUBOS / 4 TUBOS		FWD04	FWD06	FWD08	FWD10	FWD12	FWD16	FWD18
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW 3,90	6,20	7,80	8,82	11,90	16,40	18,30
	Sensible	kW 3,08	4,65	6,52	7,16	9,36	12,8	14,10
	Calefacción	kW 4,05	7,71	9,43	10,79	14,45	19,81	21,92
Consumo Total (A)	W	177	274	315	325	530	991	1.001
Presión estática disponible	Pa	66	58	68	64	97	145	134
Caudal de aire (Alto)	m ³ /h	800	1.250	1.600	1.600	2.200	3.000	3.000
Dimensiones (AlxAnxF)	mm	280/754/558	280/964/558	280/1.174/558	280/1.174/558	353/1.174/718	353/1.384/718	353/1.384/718
Peso	kg	33,0	41,0	47,0	49,0	65,0	77,0	88,0
Nivel potencia sonora (A/B)	dB(A)	66/54	69/60,3	72/62	72/62	74/60	78/69,4	78/69,4

NOTA

Condiciones para el cálculo de capacidades:

- (1). Refrigeración: Temperatura interior: 27°CBS / 19°CDB; Temperatura de agua entrada / salida: 7 °C / 12°C.
- (2). Calefacción: Temperatura interior: 20°CBS; Temperatura de agua de entrada: 60°CBS.
- (3). Velocidad alta ventilador.

Figura 8. Hoja de características de los fancoils.

4.1.6. Sistema abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria.

El edificio dispone de una instalación solar térmica con las siguientes características:

Instalación solar térmica	
Captador solar	PMP modelo V1/H2
Número de captadores	1
Superficie de captación	1,91 m ²
Inclinación	50 °
Orientación	Sur
Depósito acumulación	100 l
T ^a Acumulación	60 °C
Pérdidas por sombras	0 %

Tabla 21. Características de la instalación solar térmica de ACS.

Las características principales del captador solar:

Captador solar	PMP modelo V1/H2
Área de apertura	1,92 m ²
Área de absorbedor	1,91 m ²
Área total	2,03 m ²
Factor de eficiencia del captador	0,72
Coefficiente global de pérdida	4,98 W/(m ² ·°C)

Tabla 22. Características del captador solar.

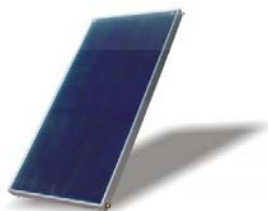


Figura 9. Captador solar PMP modelo V1/H2.

El apoyo a la instalación solar térmica se realiza mediante un termo eléctrico con las siguientes características:

Termo eléctrico ACS	Ariston Pro ECO 100 V
P _n	1,5 kW
V	100 l
Rendimiento	100 %
Dispersión térmica	1,39 kWh/24h.

Tabla 23. Características del termo eléctrico.

4.2. Justificación del cumplimiento del DB-HE0 del CTE DB-HE 2013.

Según el DB-HE0, en edificios nuevos de uso no residencial, la calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.

Se ha simulado el comportamiento térmico del edificio mediante el programa informático de referencia CALENER-GT.

Se ha definido el edificio y sus instalaciones según las características expuestas en el apartado 4 de este documento.

La zona climática considerada para Zaragoza es D3.

Zaragoza	D3	207	h < 200
----------	----	-----	---------

Figura 10. Zona climática según DB-HE1 2013.

Además, se ha considerado para el cálculo de la demanda energética y las condiciones operacionales que:

- El consumo energético de los servicios de calefacción, refrigeración se han obtenido considerando las condiciones operacionales, datos previos y procedimientos de cálculo establecidos en el HE1.
- El consumo energético de ACS se ha obtenido considerando la demanda energética resultante del HE4.
- El consumo energético del servicio de iluminación se ha obtenido considerando la eficiencia energética de la instalación resultante de la aplicación del HE3.

El resultado obtenido para el edificio objeto y el edificio de referencia es el siguiente:

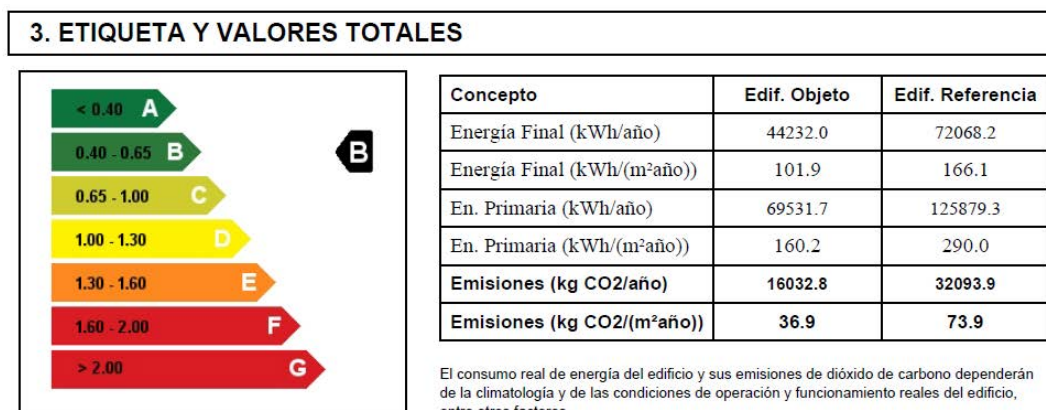


Figura 11. Resultado calificación del edificio con CALENER-GT.

La calificación energética del edificio objeto es clase B, con lo que queda justificado el cumplimiento del DB-HE1 del CTE DB-HE de 2013.

4.3. Justificación del cumplimiento del DB-HE1 del CTE DB-HE 2013.

Según el DB-HE1, el porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser igual o superior al establecido en la tabla para edificios de uno no residencial.

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Tabla 24. Ahorros de la demanda energética respecto del edificio de referencia.

Puesto que la carga térmica del edificio se puede considerar muy alta (se ha justificado en el apartado 4.1.4), y estando Zaragoza en zona climática de verano 3 (apartado 4.2) se permite una demanda no superior a la del edificio de referencia.

Se ha simulado el edificio mediante la Herramienta Unificada. Para esta simulación se utilizan los datos geométricos del edificio y las características constructivas de los cerramientos descritos en el apartado 4.1.3.1.

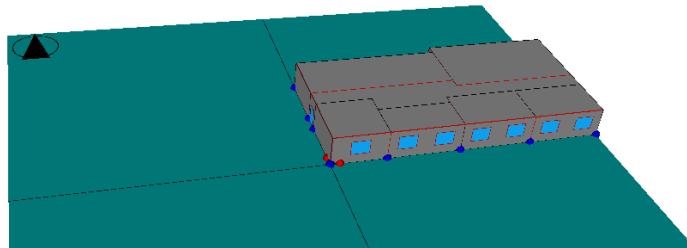


Figura 12. Simulación del edificio con la Herramienta Unificada.

Los datos obtenidos son los siguientes:

Demanda anual	
	Demanda Conjunta
Demanda del edificio Objeto (kWh/m ² .año)	78,78
Demanda límite (kWh/m ² .año)	75,06
Demanda del edificio Referencia (kWh/m ² .año)	100,08

Figura 13. Demanda energética obtenida con la Herramienta Unificada.

Demanda del edificio objeto 78,78 kWh/m².año.

Demanda del edificio de Referencia de 100,08 kWh/m².año.

Obteniéndose un ahorro en la demanda energética del 21,29 % respecto del edificio de Referencia con lo que se justifica el cumplimiento del HE1.

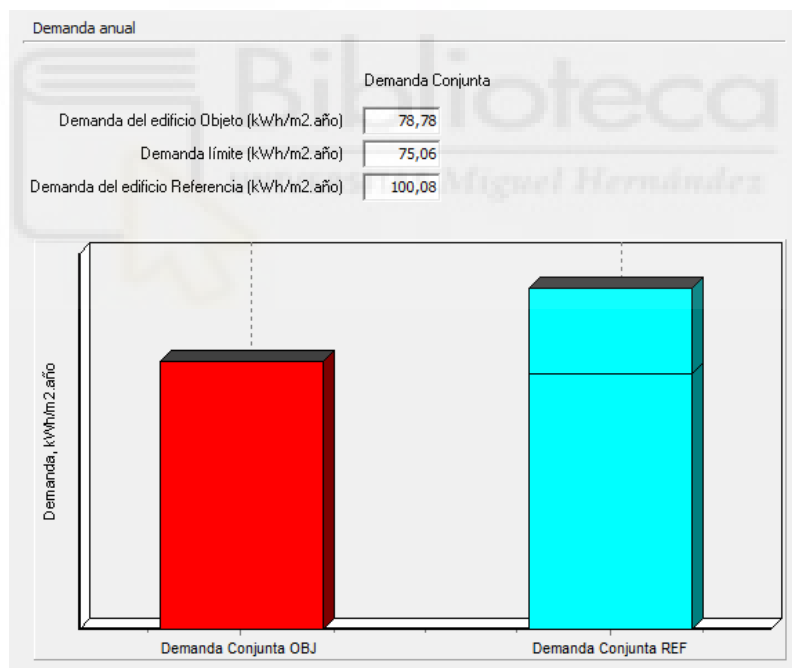


Figura 14. Incumplimiento del HE1 considerando un ahorro del 25%.

4.4. Justificación del cálculo del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS.

En este apartado se justifica el valor de 1,09 W/°C considerado del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS.

El modelo de termo eléctrico-acumulador de ACS es el Ariston Pro ECO 100 V cuyas características principales son las que se muestran a continuación.

		PRO ECO 50 V	PRO ECO 80 V	PRO ECO 100 V	PRO ECO 80 H	PRO ECO 100 H	PRO ECO 50 V SLIM	PRO ECO 65 V SLIM
Capacidad	l	50	80	100	80	100	50	65
Potencia	W	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.800	1.800
Voltaje	V	230	230	230	230	230	230	230
Tiempo calent. ($\Delta T=45^{\circ}\text{C}$)	h. min.	1,56	3,06	3,52	3,06	3,52	1,37	2,06
Temp. max. ejercicio	°C	80	80	80	80	80	80	80
Dispersión térmica 65°C	kWh/24h	0,96	1,22	1,39	1,48	1,65	1,21	1,35
Presión max. ejercicio	bar	8	8	8	8	8	8	8
Peso neto	kg	16,5	22,0	25,5	22,0	25,5	16,5	19,5
Índice protección	IP	IPX3	IPX3	IPX3	IPX1	IPX1	IPX3	IPX3

Figura 15. Características del termo eléctrico.



Figura 16. Termo ARISTON Pro ECO 100V.

Considerando una temperatura de acumulación de 65°C, se tiene una dispersión térmica de 1,39 kWh/24h. (una potencia de 57,92 W) . Si tenemos una temperatura externa de 12°C, el salto térmico es de 53°C.

$$U \cdot A = \frac{P}{\Delta T} = 1,09 \text{ W}/^{\circ}\text{C}$$

4.5. Justificación del consumo de Agua Caliente Sanitaria.

Se considera que el edificio dispone de dos aseos con dos lavabos cada uno.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 25. Caudales instantáneos de diferentes aparatos según DB-HS4 .

El caudal instantáneo de ACS para un lavabo es de 0,065 l/s según el DB-HS4.

4 lavabos tendrán un caudal punta de 0,26 l/s.

Teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad calculados según las expresiones siguientes (0,56 según la primera expresión y 0,6 según la segunda con un coeficiente α para oficinas de 1) se tiene un **caudal punta de 0,15 l/s (540 l/h) utilizando el valor de k más conservador de 0,6.**

Entre aparatos.

- Aparatos domésticos:

$$k_n = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad k_n = k_{n_{\min}} + \frac{1 - k_{n_{\min}}}{\sqrt{n-1}} \rightarrow \begin{cases} k_n = 0'25 + \frac{0'75}{\sqrt{n-1}} \\ k_n = 0'15 + \frac{0'85}{\sqrt{n-1}} \end{cases}$$

- Expresión general:

$$k_n = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + 0'035 \cdot \alpha \cdot [1 + \log(\log(n))]$$

- $\alpha = 0$: Norma Francesa
- $\alpha = 1$: Edificios oficinas
- $\alpha = 2$: Edificios de viviendas
- $\alpha = 3$: Hoteles y Hospitales
- $\alpha = 4$: Enseñanza, Cuarteles

Figura 17. Expresiones para el coeficiente de simultaneidad.

4.6. Justificación de la cobertura solar térmica considerada.

Para el caso del edificio de referencia, conforme a lo indicado en la Nota informativa del IDAE, se usarán los valores del DB-HE 2006.

4.6.1. Cálculos justificativos según el con el DB-HE 2013.

Según el HE-4, para un edificio destinado a oficinas, la demanda de ACS a 60°C es de 2 l/persona. Con una ocupación de 30 personas en las oficinas se tiene una demanda de ACS de 60 l/día a 60 °C.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 26. Demanda de ACS a 60°C según DB-HE4 2013 .

Zaragoza, con una radiación global media diaria anual de 17,208 MJ/m² obtenida del Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT de AEMET, según el DB-HE4 de 2013 es zona climática IV.

Tabla 4.4. Radiación solar global media diaria anual

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Tabla 27. Determinación de la zona climática según DB-HE4 2013 .

Con una demanda de 60 l/día de ACS y zona IV, la contribución solar mínima según el DB-HE4 de 2013 es del 50%

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

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

Tabla 28. Contribución solar mínima según DB-HE4 2013 .

4.6.2. Cálculos justificativos según el con el DB-HE 2006.

Para el edificio de referencia se considera el DB-HE4 de 2006.

Zaragoza es zona climática IV.

ZARAGOZA Zaragoza IV

Figura 18. Zona climática según DB-HE4 2006.

En este caso, la demanda de ACS a 60 °C es de 3 l/persona, 90 l/día para las oficinas.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 29. Demanda ACS a 60°C DB-HE4 de 2006 .

Con 90 l/día de demanda de ACS, zona climática IV y apoyo por efecto Joule, se tiene una contribución solar anual mínima del 70%.

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 30. Contribución solar mínima según DB-HE4 2006.

Si se dispone de un captador de la marca PMP modelo V1/H2, orientado hacia el sur, con una inclinación de 50° (latitud+10° para captar más energía en los meses de invierno puesto que en verano se cubre la demanda sobradamente), una acumulación de 100 l a 60 °C y considerando nulas las pérdidas por sombras, se tiene una **contribución solar anual de la instalación del 88%**.

Se muestran los cálculos de dimensionado de la instalación solar térmica realizados mediante el método f-chart.

Principales comprobaciones:

- La contribución solar de la instalación debe ser superior a la mínima exigida.
- No superar en más de tres meses el 100% de la contribución solar.
- Relación Volumen acumulación y área de captación entre 50 y 180..

PRODUCCIÓN DE A.C.S. MEDIANTE ENERGÍA SOLAR													
Instalación:	Edificio Voramar												
Provincia:	Zaragoza	Altitud [m]:	200										
Localidad:	Zaragoza	Altitud [m]:	200										
Latitud [*]:	41,7	A _s [m]:	0										
Zona climática	4	CSA _{horm} :	50										
DATOS CLIMATOLÓGICOS													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
T _i : Ambiente capital [°C]:	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16,8
T _i : Ambiente localidad [°C]:	8,00	10,00	13,00	16,00	19,00	23,00	26,00	26,00	23,00	17,00	12,00	9,00	
T _i : media agua red [°C]:	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8	13,3
Rad. horiz. [MJ/m ² /día]:	7,38	11,556	16,776	20,952	24,3	27,216	27,936	23,904	18,9	12,672	8,46	6,444	17,2
Rad. inclin. [MJ/m ² /día]:	14,05	18,73	21,35	21,01	20,63	21,37	22,58	22,23	21,93	18,59	15,52	13,07	19,25
DATOS RELATIVOS A LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS													
Consumo de agua a máxima ocupación a 60 °C[L/día]:									60				
Temperatura de acumulación [°C]:									60				
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Corección demanda 60*	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DATOS RELATIVOS AL SISTEMA													
Curva de rendimiento del captador: $r = 0,72 - 4,98 \cdot (t_e - t_a) / I_t$													
t _e :	Temperatura de entrada del fluido al captador						PMP, modelo V1/H2						
t _a :	Temperatura media ambiente												
I _t :	Radiación en [W/m ²]												
Factor de eficiencia del captador:								0,72					
Coeficiente global de pérdida [W/(m ² ·°C)]:								4,98					
Relación acumulación/ área captacion [L/m ²]:								52					
CÁLCULO DEMANDA ENERGÉTICA													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Consumo de agua [m ³]:	1,9	1,7	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	21,9
Incremento T _i : [°C]:	52,0	51,0	50,0	48,0	45,0	43,0	40,0	41,0	43,0	46,0	50,0	52,0	
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	97	86	93	86	84	77	74	76	77	86	90	97	1023
Ener. Nec. [MJ]:	405	358	389	361	350	324	311	319	324	358	377	405	4282

Figura 19. Resultados f-Chart 1.

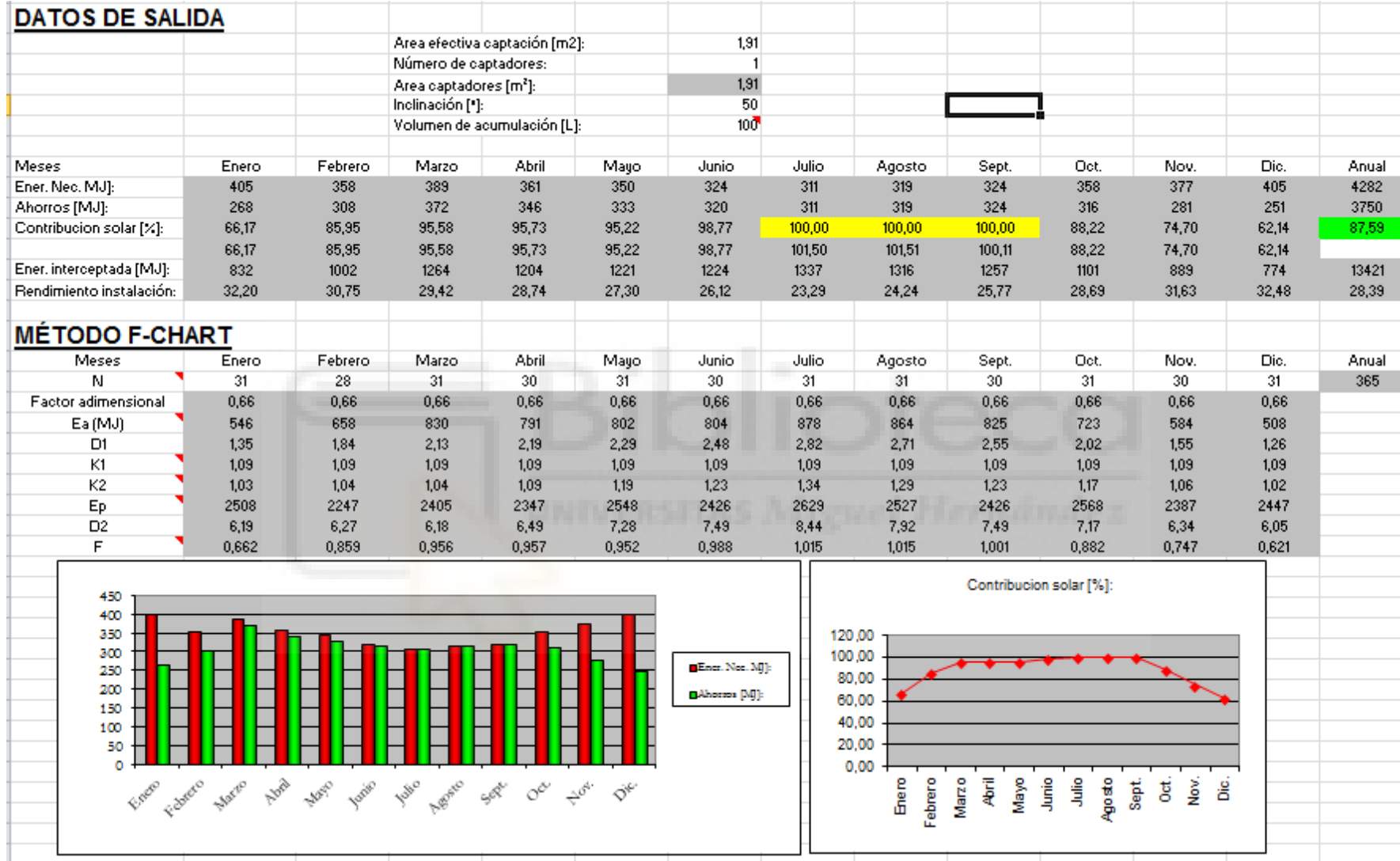


Figura 20. Resultados f-Chart 2.

4.7. Justificación de las características de las instalaciones de iluminación.

Según el enunciado del trabajo se debe asignar un valor de la potencia instalada W/m² por recinto así como los valores de VEEI del edificio objeto. Dichos valores deberán cumplir los límites impuestos en el DB-HE3 del DB-HE 2013.

Siguiendo la guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación del IDAE, se recomienda para el trabajo en oficinas una iluminancia media mantenida de 500 a 1000 lux.

Tipo dependencia o actividad	Iluminancia media Horizontal (lux)	Clase de calidad al deslumbramiento	Índice de reproducción cromática (Ra)
Cartografía	700	B	70-85
Dibujo técnico	700	B	80-90
Sala de ordenadores	400	B	70-85
Secretaría	500	B	70-85
Compras- ventas	500	B	70-85
Administración	500	B	70-85
Contabilidad	500	B	70-85
Publicidad	500	B	70-85
Facturación	500	B	70-85
Oficina personal	500	B	70-85
Servicios jurídicos y financieros	500	B	70-85
Cálculo	500	B	70-85
Organización	500	B	70-85
Despachos de gerencia y dirección:	500	B	70-85
Sala de conferencias	300	C	70-85
Recepción	300	C	70-85
Despachos atención al público	300	C	70-85
Laboratorios	500	B	70-85
Talleres	500	B	70-85
Cámaras acorazadas	400	C	70-85
Archivo	200	C	70
Centralita	300	C	70
Correos	300	C	70
Cocina	300	C	70-85
Locales auxiliares	150	C	70
Áreas de servicio	150	C	70
Recepción / expedición	150	C	70
Sala de exposiciones	200	-	90
Sala de demostraciones	100 - 1000	-	90
Sala de conferencias	300	C	70-85
Sala de visitas	300	C	70-85
Sala de descanso	200	C	70-85
Cafetería/comedor	200	C	70-85
Vestibulos	200	C	70-85
Pasillos	150	C	70-85
Aseos	150	D	70-85
Almacenes	100	D	70

Tabla 31. Iluminancia media mantenida según tipo de dependencia.

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 32. Potencia máxima instalada.

Según el DB-HE-3 de 2013, la potencia máxima instalada debe ser, para uso administrativo, de 12 W/m².

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 33. Valores del VEEI según DB-HE 2013.

El VEEI límite para zonas de uso administrativo es de 3, y 4 para zonas comunes.

A continuación se muestran los valores asignados a la iluminancia media mantenida, la potencia de iluminación, VEEI objeto, VEEI límite según el DB-HE3 de 2013 y el VEEI del edificio de referencia según el DB-HE3 de 2006 en cada uno de los recintos.

Recinto	Iluminancia media (lux)	Pinst (W/m ²)	VEEI objeto	VEEI límite DB-HE3 2013	VEEI ref DB-HE3 2006
Despacho 1	500	12	2,4	3	3,5
Despacho 2	500	12	2,4	3	3,5
Despacho 3	500	12	2,4	3	3,5
Sala 1	500	12	2,4	3	3,5
Sala 2	500	12	2,4	3	3,5
Distribuidor	150	5	3	4	4,5
Aseos	150	5	3	4	4,5

Tabla 34. Características de iluminación para los recintos.

Según el DB-HE3 de 2006, para zonas de no representación, el VEEI límite para oficinas es de 3,5 y para zonas comunes de 4,5. Estos valores se toman para el edificio de referencia.

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico (4)	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4,0
	habitaciones de hospital (3)	4,5
	zonas comunes (1)	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos (5)	5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5

Tabla 35. Valores del VEEI según DB-HE 2006.

4.8. Justificación de la producción de energía eléctrica fotovoltaica.

En este apartado se justifica la producción de energía eléctrica fotovoltaica en la instalación de 4 módulos de 250 Wp (1 kWp de potencia total instalada) con una inclinación de 37° y unas pérdidas por inversor y cableado del 5%.

Se muestra a continuación la irradiación en W·h/m²·dia sobre un plano inclinado según la base de datos PVGIS-CMSAF para Zaragoza para diferentes ángulos de inclinación.

Month	H(30)	H(31)	H(32)	H(33)	H(34)	H(35)	H(36)	H(37)	H(38)	H(39)
Jan	3170	3200	3230	3260	3290	3320	3340	3370	3400	3420
Feb	4600	4640	4670	4710	4740	4770	4800	4830	4850	4880
Mar	5960	5980	6000	6020	6030	6050	6060	6080	6090	6100
Apr	6090	6090	6090	6080	6080	6070	6060	6050	6040	6020
May	6580	6550	6530	6500	6470	6440	6410	6380	6350	6320
Jun	7040	7000	6960	6920	6880	6840	6800	6750	6710	6660
Jul	7510	7470	7440	7400	7360	7320	7270	7230	7190	7140
Aug	7080	7070	7060	7040	7030	7010	6990	6970	6940	6920
Sep	6270	6280	6300	6310	6320	6330	6340	6340	6340	6350
Oct	4970	5000	5030	5060	5090	5110	5130	5160	5180	5200
Nov	3650	3690	3720	3750	3780	3810	3840	3870	3900	3930
Dec	2940	2970	3010	3040	3070	3090	3120	3150	3180	3200
Year	5490	5500	5510	5510	5510	5520	5520	5520	5520	5510

Tabla 36. Irradiación en función de la inclinación.

Puede observarse cómo la máxima irradiación incidente anual se produce para un ángulo de 36°, 37° y 38°. El ángulo óptimo calculado por PVGIS es de 37° que es el que se ha adoptado para la instalación, aunque el ángulo recomendado por el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE recomienda para un uso anual de la instalación de la latitud menos 10°, esto es 31°.

Se muestra a continuación las Horas Solares Pico de cada mes y la media anual, así como la energía producida por el módulo.

Mes	Días	H(37)	HSP/día	HSP/mes	E _{captador} (w·h)
Jan	31	3370	3,37	104,47	104470
Feb	28	4830	4,83	135,24	135240
Mar	31	6080	6,08	188,48	188480
Apr	30	6050	6,05	181,5	181500
May	31	6380	6,38	197,78	197780
Jun	30	6750	6,75	202,5	202500
Jul	31	7230	7,23	224,13	224130
Aug	31	6970	6,97	216,07	216070
Sep	30	6340	6,34	190,2	190200
Oct	31	5160	5,16	159,96	159960
Nov	30	3870	3,87	116,1	116100
Dec	31	3150	3,15	97,65	97650
Year	365	5520	5,515	167,84	2014080

Tabla 37. Energía producida por el módulo.

Con esta inclinación, la energía producida por los módulos es de 2014 kW·h.

Los datos de la producción de energía eléctrica diaria y mensual de la instalación en kW·h obtenidos con PVGIS son los siguientes:

Fixed system: inclination=37°, orientation=0°		
Month	E_d	E_m
Jan	2.98	92.4
Feb	4.21	118
Mar	5.13	159
Apr	5.02	151
May	5.17	160
Jun	5.35	160
Jul	5.69	176
Aug	5.50	171
Sep	5.13	154
Oct	4.30	133
Nov	3.37	101
Dec	2.80	86.9
Media anual	4.56	139
Total anual	1660	

Tabla 38. Energía producida por la instalación fotovoltaica.

Se han considerado las siguientes pérdidas:

Debidas a temperatura	10,5 %
Pérdidas por reflectancia angular	2,6 %
Otras pérdidas (cables, inversor...)	5 %

Tabla 39. Pérdidas consideradas en el cálculo.

La energía anual producida por la instalación fotovoltaica es de 1660 kW·h.

El performance ratio de la instalación es de 82,42%. (Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo) que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor –Otros

5. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS DE CALENER-GT ANTE DIFERENTES ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS.

La posibilidad de modelizar y simular diferentes alternativas energéticas mediante CALENER-GT permite, de forma relativamente sencilla y rápida obtener la influencia de un cambio en el edificio o en sus instalaciones.

A partir del edificio objeto analizado como edificio base, se establecen diferentes modificaciones para analizar la repercusión en cuanto a la variación del consumo de energía del edificio.

El edificio objeto, como se ha indicado en el apartado 4.2, tiene un consumo en energía final de 101,9 kWh/m².

Los casos de estudio han sido los siguientes:

CASO 1	Cambio del tipo de acristalamiento al tipo V28 (ver apartado 6)
CASO 2	Disminución del espesor de aislamiento de fachada a 5 cm.
CASO 3	Cambio de orientación, despachos en el norte.
CASO 4	Cambio de orientación, despachos en el este.
CASO 5	Disminución de la potencia de iluminación a 10W/m ² .
CASO 6	Cambio de la absortividad de la fachada y cubierta a 0,98 (color negro).
CASO 7	Caldera de condensación con rendimiento del 98%.
CASO 8	Bombas de velocidad variable.
CASO 9	Duplicar el número de módulos fotovoltaicos

Tabla 40.Casos estudiados.

Los resultados para cada caso son los siguientes:

	Demanda (kWh/m ² ·año)	% de ahorro respecto del caso base (valor negativo ahorro)
Caso 1	103,2	1,3
Caso 2	105,5	3,5
Caso 3	101,3	-0,6
Caso 4	104,8	2,8
Caso 5	100,5	-1,4
Caso 6	100,1	-1,8
Caso 7	91,5	-10,2
Caso 8	102	0,1
Caso 9	101,9	0,0

Tabla 41.Resultados obtenidos.

6. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LA HERRAMIENTA UNIFICADA ANTE DIFERENTES ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS.

En este apartado se exponen los resultados obtenidos de realizar varias simulaciones con la Herramienta Unificada variando diferentes espesores de aislamiento y cambiando el tipo de acristalamiento para ver la influencia de estos parámetros en la demanda del edificio objeto.

Los códigos utilizados son los siguientes:

FX – X cm en el espesor de aislante de la fachada.

CX – X cm en el espesor de aislante de la cubierta.

V28 vidrio con las siguientes características:

Vidrio 4-12-4	
Factor solar g	0,78
Transmitancia térmica U (W/m ² ·K)	2,6

Tabla 42. Vidrio V28.

V16 vidrio con las siguientes características:

Vidrio 4-12-4	
Factor solar g	0,63
Transmitancia térmica U (W/m ² ·K)	1,6

Tabla 43. Vidrio V16.

La demanda del edificio de referencia es de 100,01 kWh/m².

A continuación se exponen todos los casos simulados con la demanda calculada con la Herramienta Unificada y el porcentaje de ahorro respecto del edificio de referencia.

F3-C5-V28	94,96	kWh/m ² ·año	5
F3-C5-V16	92,86	kWh/m ² ·año	7
F3-C8-V28	90,05	kWh/m ² ·año	10
F3-C8-V16	87,46	kWh/m ² ·año	13
F5-C8-V28	85,24	kWh/m ² ·año	15
F5-C8-V16	82,55	kWh/m ² ·año	17
F8-C8-V28	81,54	kWh/m ² ·año	18
F8-C8-V16	78,78	kWh/m²·año	21
F8-C10-V28	79,22	kWh/m ² ·año	21
F8-C10-V16	76,22	kWh/m ² ·año	24
F10-C10-V28	77,46	kWh/m ² ·año	23
F10-C10-V16	74,73	kWh/m ² ·año	25

Tabla 44. Resultado de las diferentes simulaciones.

En negrita se ha marcado la solución para el edificio objeto.

Ahorro respecto del edificio de referencia

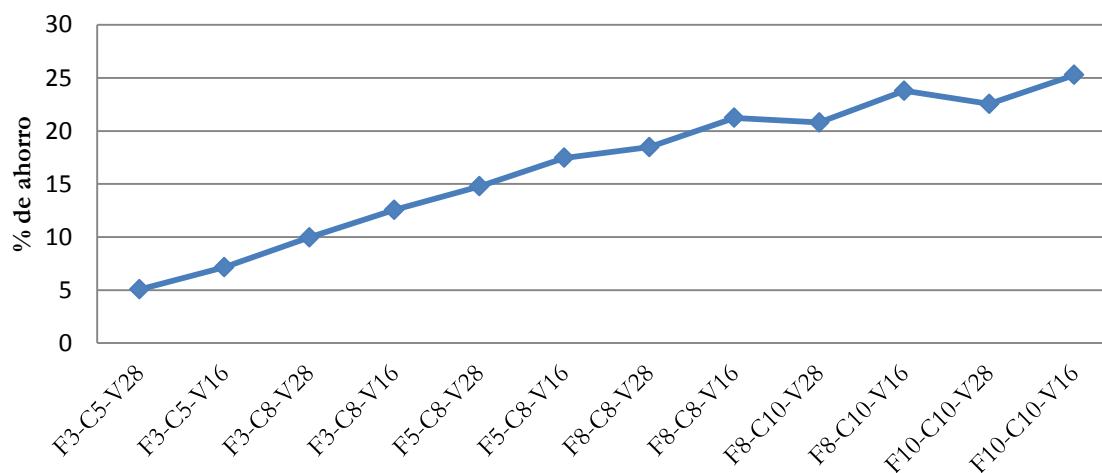


Tabla 45 Resultado de la simulación con la Herramienta Unificada.

7. CONCLUSIÓN.

Los resultados obtenidos con CALENER-GT muestran como los principales sistemas de consumo de energía en el edificio objeto son la calefacción, la iluminación y la refrigeración.

Aun estando estos consumos en límites aceptables y justificados los límites de demanda y de consumo, el objetivo marcado es buscar alternativas de ahorro energético, obtener la máxima eficiencia de la instalación y diversificar el uso de las distintas fuentes de energía.

En este sentido se plantean tres posibilidades de actuación: minimizar la demanda de energía, maximizar el rendimiento de los equipos o ambas medidas simultáneas.

En relación a la disminución de la demanda energética, se ha analizado mediante la simulación con la Herramienta Unificada diferentes soluciones constructivas. Está claro que un factor de ahorro energético es la mejora del aislamiento de los cerramientos. Los resultados del apartado 6 muestran como al aumentar el espesor de los aislamientos de la fachada y de la cubierta disminuyen la demanda del edificio objeto. Sin embargo, el aumento de ahorro es aún más significativo haciendo un cambio en el acristalamiento de las ventanas. Otro factor a considerar en nueva construcción es la orientación. Se observa como una incorrecta elección de la orientación, caso 4 del apartado 5 podría suponer un 2,8 más de demanda.

Mejoras de rendimiento de las instalaciones tienen una repercusión muy positiva como es el caso del cambio del tipo de caldera. El paso a una caldera de condensación para calefacción supondría un ahorro en el consumo de un 10% del edificio objeto. Bajar la potencia de iluminación de 12 a 10 W/m² supondría una bajada de consumo del 1,4%.

Todas estas alternativas de ahorro y mejora en la eficiencia energética del edificio y de sus instalaciones necesitarían ir acompañadas de un estudio que valore la viabilidad económica de estas soluciones, lo que se encontraría fuera del objetivo de este trabajo.

Por último proponer algunos casos no estudiados y que podrían proporcionar otras soluciones de mejora:

- Estudio de un sistema de elementos de sombras para disminuir la demanda de refrigeración
- Proponer diferentes sistema de control de iluminación.
- Utilizar una caldera mixta para calefacción y ACS.

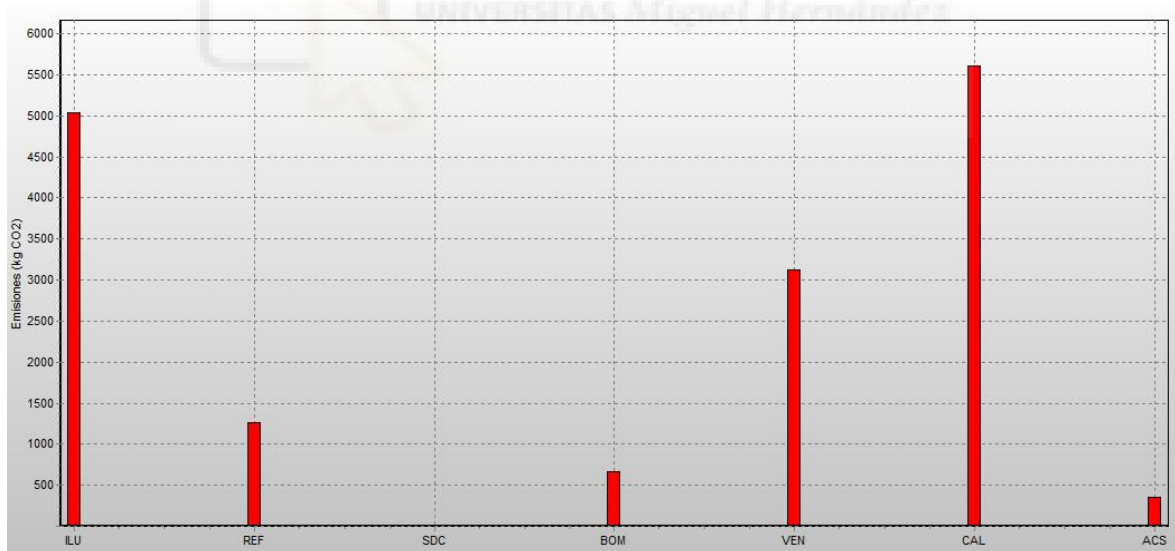


Tabla 46 Emisiones CO2 anuales.

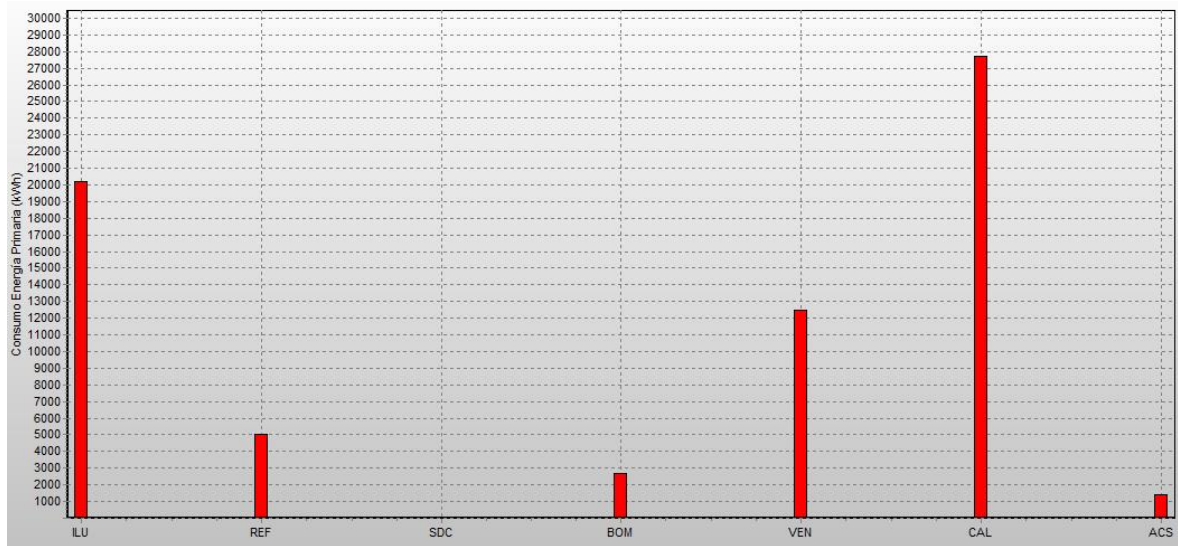


Tabla 47 Consumo energía primaria anual.

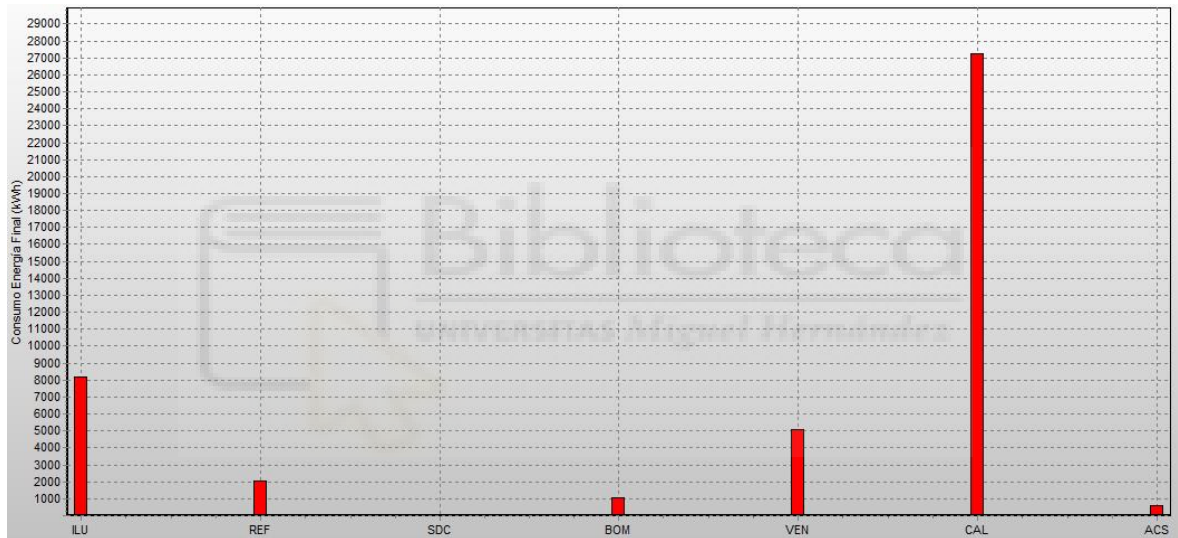


Tabla 48 Consumo energía final anual.

8. CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

1. IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio (1)	EUROSTAR		
Dirección / Polígono y parcela catastral (2)	POLÍGONO PABLO RUIZ PICASSO 62 B		
Municipio	ZARAGOZA	Código postal	5007
Provincia	ZARAGOZA	Año de construcción	
Zona climática	D3		

(1) En caso de que sea una parte del edificio, indicar la misma. P.ej.: “Piso 2º letra A” o “local en planta baja”.

(2) En caso de proyecto sin que existe todavía dirección, indicar polígono y parcela catastral.



2. TIPO DE EDIFICIO O PARTE DEL EDIFICIO QUE SE CERTIFICA:

<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 <input type="checkbox"/> Tipo <input checked="" type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Sanitario <input type="checkbox"/> Hostelería <input type="checkbox"/> Deportivo <input type="checkbox"/> Espectáculos <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Mixto/Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Nuevo <input checked="" type="checkbox"/> Proyecto <input type="checkbox"/> Edificio terminado <input type="checkbox"/> Existente
--	--	--

3. DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

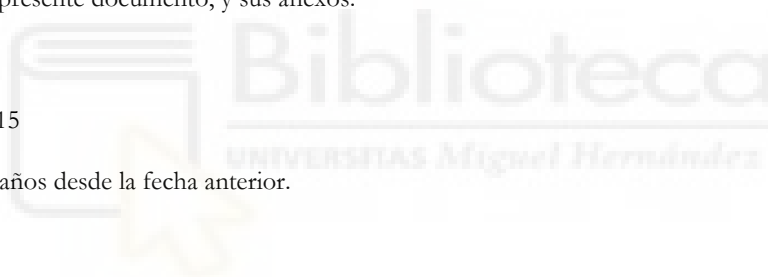
Nombre y apellidos	ROBERTO LUCAS MIRALLES	DNI	48379244-D
Domicilio	AVD CATALUNYA 33		
Municipio	BENICASIM	Código Postal	12560
Provincia	CASTELLÓN		
e-mail	rlucas2@gmail.com	Teléfono	653441121
Titulación habilitante según normativa vigente	INGENIERO INDUSTRIAL		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión	CALENER-GT		

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

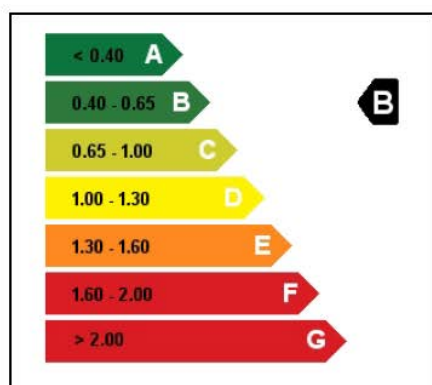
Fecha: 08/07/2015

Validez hasta: 10 años desde la fecha anterior.

Firma del técnico certificador:



4. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	44232.0	72068.2
Energía Final (kWh/(m²año))	101.9	166.1
En. Primaria (kWh/año)	69531.7	125879.3
En. Primaria (kWh/(m²año))	160.2	290.0
Emisiones (kg CO2/año)	16032.8	32093.9
Emisiones (kg CO2/(m²año))	36.9	73.9

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

4.1 INDICADORES PARCIALES:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS					
Indicadores		OBJ	REF	IND	CAL
Demanda Calefacción:	(kWh/m²)	23,0	35,3	0,65	C
Demanda Refrigeración:	(kWh/m²)	40,5	45,3	0,89	C
Climatización:	(Tn CO2/m²)	24,5	31,7	0,77	C
Agua Caliente Sanitaria:	(Tn CO2/m²)	0,8	24,3	0,03	A
Iluminación:	(Tn CO2/m²)	11,6	17,9	0,65	B
Total:	(Tn CO2/m²)	36,9	73,9	0,50	B

OBJ: Edificio objeto de calificación.
 REF: Valores para el edificio de referencia para la comparación.
 IND: Valor del indicador.
 CAL: Letra asignada al indicador para su calificación.

Emisiones (kg CO2)

	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	5031,4	0,0	5031,4
Refrigeración	1261,2	0,0	1261,2
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	666,2	0,0	666,2
Ventiladores	3117,4	0,0	3117,4
Calefacción	71,4	5531,3	5602,7
ACS	353,9	0,0	353,9
TOTAL	10501,6	5531,3	16032,8

Consumo Energía Final (kWh)

	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	8201,4	0,0	8201,4
Refrigeración	2055,8	0,0	2055,8
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	1086,0	0,0	1086,0
Ventiladores	5081,5	0,0	5081,5
Calefacción	116,4	27114,0	27230,4
ACS	577,0	0,0	577,0
TOTAL	17118,1	27114,0	44232,0

Consumo Energía Primaria (kWh)

	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	20179,9	0,0	20179,9
Refrigeración	5058,4	0,0	5058,4
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	2672,1	0,0	2672,1
Ventiladores	12503,2	0,0	12503,2
Calefacción	286,5	27412,2	27698,7
ACS	1419,6	0,0	1419,6
TOTAL	42119,7	27412,2	69531,9

5. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS CERRAMIENTOS QUE CONFORMAN LA ENVOLVENTE TÉRMICA:

Tipo de cerramiento	U (transmitancia térmica)	Tipo de aislamiento		Espesor del aislamiento
Uds	(W/m ² K)			(cm)
Muros de fachada	0,37	Poliestireno expandido		8
Suelos	0,61	Poliestireno expandido		5
Cubiertas	0,3	Poliestireno extruido		8
Tipo de cerramiento	U (transmitancia térmica)			
Uds.	(W/m ² K)			
Marcos	1,8	Tipo carpintería (5) PVC 3 cámaras		
Vidrios	1,6	Tipo de vidrio (6) Doble		Espesor del vidrio (mm) 8 4-12-4
(Edificios con refrigeración)	FS (Factor Solar)			
Vidrios	0,63			

(4) 1) Arcilla expandida; 2) Celulosa; 3) Corcho; 4) Lana de vidrio; 5) Lana mineral; 6) Poliestireno expandido; 7) Poliestireno extrusionado; 8) Poliuretano; 9) Vidrio celular; 10) Otro.

(5) 1) Aluminio RPT; 2) Madera; 3) Mixta (madera y aluminio); 4) Poliuretano; 5) PVC; 6) Otro.

(6) 1) Bajo Emisivo; 2) Factor solar; 3) Selectivo; 4) Otro.

6. PRINCIPALES INSTALACIONES TÉRMICAS:

6.1. CALEFACCION			
Grado centralización del sistema:	<input type="checkbox"/> Distrito	<input checked="" type="checkbox"/> Centralizado	<input type="checkbox"/> Equipos individuales
Equipo principal (7): Caldera estándar	Nº equipos:1		
Tipo de energía (8): Gas natural			
Potencia útil total (kW): 28			
Potencia absorbida total (kW):30,76			

(7): 1) Caldera estándar; 2) Caldera cond,ensación; 3) Caldera de baja temperatura; 4) Bomba de calor; 5) efecto Joule; 6) Otro.

(8): 1) Gas Natural; 2) GLP; 3) Gasóleo; 4) Biomasa; 5) Electricidad; 6) Otro.

6.2. REFRIGERACIÓN: Sí <input checked="" type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>				
Grado centralización del sistema:	<input type="checkbox"/> Distrito	<input checked="" type="checkbox"/> Centralizado	<input type="checkbox"/> Semi-centralizado	<input type="checkbox"/> Equipos individuales
Equipo principal (9): Enfriadora	Nº equipos: 1			
Tipo de energía (8): Electricidad				
Potencia frigorífica útil total (kW): 46,2				
Potencia absorbida total (kW):16,4				
Torre de refrigeración: Sí <input type="checkbox"/> /No <input checked="" type="checkbox"/>				

(8): 1) Gas Natural; 2) GLP; 3) Gasóleo; 4) Biomasa; 5) Electricidad; 6) Otro.

(9): 1) Enfriadora; 2) Equipos de Expansión directa; 3) Equipo de absorción; 4) Bomba de calor; 5) Otro.

6.3 AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S.): Sí <input checked="" type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>			
Grado centralización del sistema:	<input type="checkbox"/> Distrito	<input type="checkbox"/> Centralizado	<input checked="" type="checkbox"/> Equipos individuales
Equipo productor de A.C.S. (10):Termo eléctrico			
Tipo de energía (8): Electricidad			
Acumulación: Sí <input checked="" type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>			
Volumen (no solar) (m3): 0,1			

(8): 1) Gas Natural; 2) GLP; 3) Gasóleo; 4) Biomasa; 5) Electricidad; 6) Otro.

(10):1) Intercambiador de placas; 2) Inter-acumulador; 3) Otro.

7. OTRAS INSTALACIONES:

7.1. UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE: Sí <input type="checkbox"/>/No <input checked="" type="checkbox"/>	
Climatizadora: Sí <input type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>	Nº equipos:
Enfriamiento gratuito: <input type="checkbox"/>	Enfriamiento evaporativo: <input type="checkbox"/>
Control de humectación: <input type="checkbox"/>	Control deshumectación: <input type="checkbox"/>
Recuperación de energía: <input type="checkbox"/>	

7.2.1. UNIDADES FANCOIL DESPACHOS: Sí <input checked="" type="checkbox"/>/No <input type="checkbox"/>	
Climatizadora: Sí <input checked="" type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>	Nº equipos: 3
Enfriamiento gratuito: <input type="checkbox"/>	Enfriamiento evaporativo: <input type="checkbox"/>
Control de humectación: <input type="checkbox"/>	Control deshumectación: <input type="checkbox"/>
Recuperación de energía: <input type="checkbox"/>	
Potencia total (kW):	11,7 (3,9x3)
Potencia sensible (kW):	9,24 (3,08x3)
Potencia calefacción (kW):	12,15 (4,05x3)
Consumo (kW):	531 (177x3)
Caudal de aire (m ³)	2400 (800x3)

7.2.2. UNIDADES FANCOIL SALA 1: Sí <input checked="" type="checkbox"/>/No <input type="checkbox"/>	
Climatizadora: Sí <input checked="" type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>	Nº equipos: 1
Enfriamiento gratuito: <input type="checkbox"/>	Enfriamiento evaporativo: <input type="checkbox"/>
Control de humectación: <input type="checkbox"/>	Control deshumectación: <input type="checkbox"/>
Recuperación de energía: <input type="checkbox"/>	
Potencia total (kW):	10,34
Potencia sensible (kW):	6,9
Potencia calefacción (kW):	18,78
Consumo (kW):	294
Caudal de aire (m ³)	1200

7.2.2. UNIDADES FANCOIL SALA 2: Sí <input checked="" type="checkbox"/>/No <input type="checkbox"/>	
Climatizadora: Sí <input checked="" type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>	Nº equipos: 1
Enfriamiento gratuito: <input type="checkbox"/>	Enfriamiento evaporativo: <input type="checkbox"/>
Control de humectación: <input type="checkbox"/>	Control deshumectación: <input type="checkbox"/>
Recuperación de energía: <input type="checkbox"/>	
Potencia total (kW):	11,9
Potencia sensible (kW):	9,36
Potencia calefacción (kW):	14,45
Consumo (kW):	530
Caudal de aire (m ³)	2200

7.3. INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA: Sí <input checked="" type="checkbox"/>/No <input type="checkbox"/>	
Tipo de panel (11): Colector plano	Superficie unitaria útil: 1,91
Nº Paneles:1	Contribución solar en ACS (%): 87,59
Contribución solar en Calefacción (%), no procede	Contribución solar en Refrigeración (%) no procede

(11): 1) Colector plano; 2) Tubo de vacío, 3) Otro.

7.4. INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN: Sí <input type="checkbox"/>/No <input checked="" type="checkbox"/>	
Tecnología (12):	Nº Equipos:
Potencia nominal (kW):_____	Rendimiento eléctrico nominal:
Tipo de energía (8):_____	Rendimiento térmico nominal:
Rendimiento eléctrico equivalente (%):_____	Recuperación de energía térmica (kWh/año):_____

(8): 1) Gas Natural; 2) GLP; 3) Gasóleo; 4) Biomasa; 5) Electricidad; 6) Otro.

(12): 1) Motor, 2) Turbina; 3) Otro.

7.5. INSTALACIÓN DE GEOTERMIA: Sí <input type="checkbox"/> /No <input checked="" type="checkbox"/>	
Potencia térmica de la bomba en calefacción (kW)	
Potencia térmica de la bomba en refrigeración (kW)	
Potencia eléctrica absorbida de la bomba (kW)	

7.6. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA: Sí <input checked="" type="checkbox"/> /No <input type="checkbox"/>	
Potencia fotovoltaica instalada, conectada a red (kWp):	1

7.7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS (Edificios terciarios):	
Potencia eléctrica total instalada (kW): 23,7 (únicamente se han tenido en cuenta los equipos especificados en este documento)	
Potencia nominal instalada en iluminación(kW): 4,43	

8. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (Edificios Terciarios):

Recinto	Superficie (m ²)	Iluminancia media (lux)	P _{inst} (W/m ²)	VEEI objeto	VEEI límite DB-HE3 2013	Potencia (W)
Despacho 1	36	500	12	2,4	3	432
Despacho 2	40	500	12	2,4	3	480
Despacho 3	40	500	12	2,4	3	480
Sala 1	96	500	12	2,4	3	1152
Sala 2	112	500	12	2,4	3	1344
Distribuidor	78	150	5	3	4	390
Aseos	32	150	5	3	4	160
						4438

8.1. Sistema de regulación y control en zonas representativas:	
<input checked="" type="checkbox"/> Bajo demanda (interruptor manual o a distancia)	<input type="checkbox"/> En función de la luz natural
<input type="checkbox"/> Sistema centralizado de gestión	<input type="checkbox"/> Según presencia en la zona

8.2 Control de iluminación en zonas de uso esporádico:	
<input type="checkbox"/> Sistema de detección de presencia	<input type="checkbox"/> Temporizador

9. OTROS ASPECTOS ENERGÉTICOS A TENER EN CUENTA (p.ej. condiciones de uso y ocupación)

10. 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.

11. SÓLO PARA EDIFICIOS EXISTENTES: MEDIDAS DE MEJORA:



CALENER-GT



Informe Calificación Versión 3.21

Proyecto: TFM


Fecha: 07/07/15



DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA



IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	TFM	
	Comunidad Autónoma	Aragón	Localidad

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto			TFM			
Comunidad Autónoma		Aragón	Localidad		Zaragoza	
Dirección del Proyecto			TFM			
Autor del Proyecto			Roberto Lucas			
Autor de la Calificación			Roberto Lucas			
E-mail de contacto		rlucas2@gmail.com	Teléfono de contacto		653441121	
Tipo de calificación		Edificio de nueva construcción		Ref. registro catastral		-
Tipo de edificio	Oficinas	Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)	70.0	Energía eléct. con renovables (kWh/año)	1660.0	
Superficie acondicionada (m ²)	324.00	Superficie no acondicionada (m ²)	110.00	Superficie de plenums (m ²)	0.00	

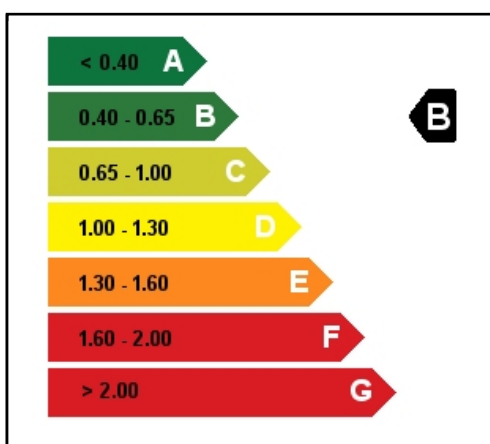
2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m ²)	23.0	35.3	0.65	C
Demanda Refri. (kW·h/m ²)	40.5	45.3	0.89	C
Energía Primaria (kW·h/m ²)	160.2	290.0	0.55	B

Emissiones Climat. (kg CO ₂ /m ²)	24.5	31.7	0.77	C
Emissiones ACS (kg CO ₂ /m ²)	0.8	24.3	0.03	A
Emissiones Ilum. (kg CO ₂ /m ²)	11.6	17.9	0.65	B
Emissiones Tot. (kg CO₂/m²)	36.9	73.9	0.50	B

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	44232.0	72068.2
Energía Final (kWh/(m ² año))	101.9	166.1
En. Primaria (kWh/año)	69531.7	125879.3
En. Primaria (kWh/(m ² año))	160.2	290.0
Emissiones (kg CO₂/año)	16032.8	32093.9
Emissiones (kg CO₂/(m²año))	36.9	73.9

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	TFM	Localidad
	Comunidad Autónoma	Zaragoza
	Aragón	

4. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

4.1. Composición de cerramientos

Nombre	Tipo	U (W/(m ² K))	Peso (kg/m ²)	Color
Cubierta-C	Transitorio	0,32	456,84	0,75
I_Suelo-C	Transitorio	0,56	1.174,00	0,75
Fachada-C	Transitorio	0,37	235,62	0,75
Tabique-C	Transitorio	2,12	93,75	0,75
VER_PVC tres cámaras	Permanente	1,80	0,00	0,75

4.2. Acristalamientos

Nombre	Tipo	Localización	Factor solar	U (W/(m ² K))	Tran. visible
Vidrio_4_12_4	Prop. globales	Exterior	0,63	1,60	0,82

5. CERRAMIENTOS

5.1. Cerramientos exteriores

Nombre	Comp. cerramiento	Espacio	Área (m ²)	Orient.
P01_E01_PE001	Fachada-C	P01_E01	17,40	180,00
P01_E01_PE002	Fachada-C	P01_E01	17,40	-90,00
P01_E01_FE003	Cubierta-C	P01_E01	36,00	Horiz.
P01_E02_PE001	Fachada-C	P01_E02	23,20	180,00
P01_E02_FE004	Cubierta-C	P01_E02	32,00	Horiz.
P01_E03_PE001	Fachada-C	P01_E03	23,20	180,00
P01_E03_FE005	Cubierta-C	P01_E03	40,00	Horiz.
P01_E04_PE001	Fachada-C	P01_E04	23,20	180,00
P01_E04_PE002	Fachada-C	P01_E04	14,50	90,00
P01_E04_FE006	Cubierta-C	P01_E04	40,00	Horiz.
P01_E05_PE001	Fachada-C	P01_E05	23,20	90,00
P01_E05_PE002	Fachada-C	P01_E05	40,60	0,00
P01_E05_PE003	Fachada-C	P01_E05	2,90	-90,00
P01_E05_FE007	Cubierta-C	P01_E05	112,00	Horiz.
P01_E06_PE001	Fachada-C	P01_E06	46,40	0,00
P01_E06_PE002	Fachada-C	P01_E06	17,40	-90,00
P01_E06_FE009	Cubierta-C	P01_E06	96,00	Horiz.
P01_E07_PE001	Fachada-C	P01_E07	5,80	90,00
P01_E07_PE002	Fachada-C	P01_E07	5,80	-90,00

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	TFM	Localidad
	Comunidad Autónoma	Zaragoza
	Aragón	

Nombre	Comp. cerramiento	Espacio	Área (m ²)	Orient.
P01_E07_FE008	Cubierta-C	P01_E07	78,00	Horiz.

5.2. Cerramientos en contacto con el terreno

Nombre	Comp. cerramiento	Espacio	Área (m ²)
P01_E01_FTER001	I_Suelo-C	P01_E01	36,00
P01_E02_FTER002	I_Suelo-C	P01_E02	32,00
P01_E03_FTER003	I_Suelo-C	P01_E03	40,00
P01_E04_FTER004	I_Suelo-C	P01_E04	40,00
P01_E05_FTER005	I_Suelo-C	P01_E05	112,00
P01_E06_FTER006	I_Suelo-C	P01_E06	96,00
P01_E07_FTER007	I_Suelo-C	P01_E07	78,00


6. VENTANAS

6.1. Ventanas - Dimensiones y orientación

Nombre	Acristalamiento	Cerramiento	Área (m ²)	Orient.
P01_E01_PE001_V	Vidrio_4_12_4	P01_E01_PE001	1,64	180,00
P01_E02_PE001_V	Vidrio_4_12_4	P01_E02_PE001	1,64	180,00
P01_E02_PE001_V001	Vidrio_4_12_4	P01_E02_PE001	1,64	180,00
P01_E03_PE001_V	Vidrio_4_12_4	P01_E03_PE001	1,64	180,00
P01_E03_PE001_V001	Vidrio_4_12_4	P01_E03_PE001	1,64	180,00
P01_E04_PE001_V	Vidrio_4_12_4	P01_E04_PE001	1,64	180,00
P01_E04_PE001_V001	Vidrio_4_12_4	P01_E04_PE001	1,64	180,00
P01_E05_PE002_V	Vidrio_4_12_4	P01_E05_PE002	1,64	0,00
P01_E05_PE002_V001	Vidrio_4_12_4	P01_E05_PE002	1,64	0,00
P01_E05_PE002_V002	Vidrio_4_12_4	P01_E05_PE002	1,64	0,00
P01_E06_PE001_V	Vidrio_4_12_4	P01_E06_PE001	1,64	0,00
P01_E06_PE001_V001	Vidrio_4_12_4	P01_E06_PE001	1,64	0,00
P01_E06_PE001_V002	Vidrio_4_12_4	P01_E06_PE001	1,64	0,00
P01_E06_PE001_V003	Vidrio_4_12_4	P01_E06_PE001	1,64	0,00


6.2. Ventanas - Sombras y permeabilidad

Nombre	Cortina / Persiana	Retranqueo (m)	Voladizo (m)	Sal. Drcho. (m)	Sal. Izqdo. (m)	Permeabilidad (m ³ /(h·m ²) 100Pa)
P01_E01_PE001_V	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E02_PE001_V	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E02_PE001_V001	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	TFM Comunidad Autónoma Aragón Localidad Zaragoza	

Nombre	Cortina / Persiana	Retranqueo (m)	Voladizo (m)	Sal. Drcho. (m)	Sal. Izqdo. (m)	Permeabilidad (m ³ /(h·m ²) 100Pa)
P01_E03_PE001_V	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E03_PE001_V001	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E04_PE001_V	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E04_PE001_V001	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E05_PE002_V	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E05_PE002_V001	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E05_PE002_V002	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E06_PE001_V	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E06_PE001_V001	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E06_PE001_V002	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00
P01_E06_PE001_V003	No	0,20	0,00	0,00	0,00	9,00



 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	TFM	Localidad
	Comunidad Autónoma	Zaragoza
	Aragón	

7. ESPACIOS

7.1. Espacios - Dimensiones y conexiones


Nombre	Planta	Multiplicador	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	1	36,00	2,90
P01_E02	P01	1	32,00	2,90
P01_E03	P01	1	40,00	2,90
P01_E04	P01	1	40,00	2,90
P01_E05	P01	1	112,00	2,90
P01_E06	P01	1	96,00	2,90
P01_E07	P01	1	78,00	2,90

7.2. Espacios - Características ocupacionales y funcionales

Nombre	m ² /ocup. (m ² /per)	Equipo (W/m ²)	Iluminación (W/m ²)	VEEI (W/m ² ·100lux)	VEEI lim. (W/m ² ·100lux)	Iluminación Natural
P01_E01	9,00	15,00	12,00	2,40	3,50	No
P01_E02	32,00	0,00	5,00	3,00	4,50	No
P01_E03	10,00	15,00	12,00	2,40	3,50	No
P01_E04	10,00	15,00	12,00	2,40	3,50	No
P01_E05	12,00	15,00	12,00	2,40	3,50	No
P01_E06	14,00	15,00	12,00	2,40	3,50	No
P01_E07	78,00	0,00	5,00	3,00	4,50	No

8. ELEMENTOS DE SOMBREAMIENTO

Nombre	Altura (m)	Anchura (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimet (°)	Inclin. (°)

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto TFM		Localidad Zaragoza
	Comunidad Autónoma Aragón		

9. SUBSISTEMAS PRIMARIOS

9.1. Bombas de circulación

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
AC1	Velocidad constante	5.900	4,0	0,10	0,62
AC2	Velocidad constante	2.100	4,0	0,04	0,62
AC3	Velocidad constante	3.800	4,0	0,07	0,62
AF1	Velocidad constante	5.900	4,0	0,10	0,62
AF2	Velocidad constante	2.100	4,0	0,04	0,62
AF3	Velocidad constante	3.800	4,0	0,07	0,62

9.2. Circuitos hidráulicos

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Circuito AC1	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	45,0	-
Circuito AF1	Agua fría	Primario	Disp. demanda	-	7,0
Circuito ACS	Agua caliente sanitaria	Primario	Disp. permanente	60,0	-
Circuito AC2	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	45,0	-
Circuito AC3	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	45,0	-
Circuito AF2	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
Circuito AF3	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0

9.3. Plantas Enfriadoras


Nombre	Tipo	Cap. N. Ref. (kW)	Cap. N. Cal. (kW)	EER Eléc.	COP	EER Térm.
Planta enfriadora 1	Compresor eléctrico	46,20	-	2,82	-	-

9.4. Calderas

Nombre	Subtipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
Caldera 1	Convencional	Gas Natural	28,00	0,91

9.5. Generadores de A.C.S.

9.5.1. Propiedades Generales

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	TFM Comunidad Autónoma Aragón	Localidad Zaragoza

Nombre	Tipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal	Volumen depósito (l)
Generador ACS 1	Eléctrica	-	1,50	1,00	100,0

9.5.2. Panel Solar

Nombre	Panel Solar	Área (m ²)	Porcentaje demanda cubierta (%)
Generador ACS 1	Sí	1,91	88

9.6. Sistemas de condensación

Nombre	Tipo	Nº celdas independientes	Potencia nominal (kW)	Potencia nom. ventilador (kW/celda)

9.7. Equipos de cogeneración


Nombre	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal	Combustible	Recuperación de energía

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto		TFM
	Comunidad Autónoma		Aragón
			Localidad Zaragoza

10. SUBSISTEMAS SECUNDARIOS


Nombre	FAN_COIL_DESPACHO1
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	FAN_COIL_SALA1
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	TFM	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Aragón	Zaragoza


Nombre	FAN_COIL_SALA2
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

Nombre	FAN_COIL_DESPACHO2
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	TFM Comunidad Autónoma Aragón	Localidad Zaragoza

Nombre	FAN_COIL_DESPACHO3
Tipo	Ventiloconvectores (Fan-coil)
Fuente de calor	-
Tipo de condensación	-
EER	-
COP	-
Potencia batería frío (kW)	-
Potencia batería calor (kW)	-
Caudal ventilador de impulsión (m³/h)	-
Potencia ventilador de impulsión (kW)	-
Control ventilador de impulsión	-
Caudal ventilador de retorno (m³/h)	-
Potencia ventilador de retorno (kW)	-
Sección de humectación	-
Enfriamiento gratuito	-
Enfriamiento evaporativo	-
Recuperación de energía	-



 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	TFM	
	Comunidad Autónoma	Aragón	Localidad Zaragoza

11. ZONAS

11.1. Zonas - Especificaciones básicas

Nombre	Subsistema secundario	Unidad terminal	Fuente de calor
Z_P01_E01	FAN_COI...SPACHO1	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E06	FAN_COIL_SALA1	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E05	FAN_COIL_SALA2	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E03	FAN_COI...SPACHO2	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E04	FAN_COI...SPACHO3	Fan-coil	Agua caliente

11.2. Zonas - Caudales y potencias

Nombre	Caudal (m³/h)	Potencia frío (kW)	Potencia calor (kW)	Pot. Calef. aux. (kW)	Potencia vent. (kW)	EER	COP
Z_P01_E01	800	3,90	4,05	-	0,08	-	-
Z_P01_E06	2.200	10,34	18,78	-	0,22	-	-
Z_P01_E05	1.200	11,90	14,45	-	0,12	-	-
Z_P01_E03	800	3,90	4,05	-	0,08	-	-
Z_P01_E04	800	3,90	4,05	-	0,08	-	-