



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i1.2644>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

*Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT*

*Energy analysis of the academy building and its facilities with the Calenger GT computer tool*

*Análise energética do prédio da academia e suas instalações com a ferramenta computacional Calenger GT*

Oscar Vinicio Paladines-Tinitana <sup>1</sup>  
[oscar.paladines@unesum.edu.ec](mailto:oscar.paladines@unesum.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1802-1718>

**Correspondencia:** [oscar.paladines@unesum.edu.ec](mailto:oscar.paladines@unesum.edu.ec)

\***Recibido:** 25 de febrero del 2022 \***Aceptado:** 19 de marzo de 2022 \* **Publicado:** 01 de abril de 2022

I. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

## Resumen

**Introducción.** A partir del año de 2006 el Real Decreto 314/2006 emanado por el Ministerio de Vivienda de fecha 17 de marzo del 2006, aprobó el Código Técnico de la Edificación. Esta opción dejaba a la imaginación multitud de datos, existiendo valores cuantitativamente insuficientes en muchas zonas. En 2013 apareció la Orden FOM/1635/2013 emanado por el Ministerio de Fomento del 10 de septiembre de 2013 por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE “Ahorro de Energía”, del Código Técnico de la Edificación obligando a utilizar la opción general donde aparece la Herramienta Unificada con la cual se justifica el DB-HE0 y DB-HE1. **Objetivo.** Se basa en analizar energéticamente un edificio terciario de uso académico ubicado en Palma de Mallorca, justificando todas las exigencias vigentes BB-HE con la herramienta unificada Lider Calener (HULC), calculando las demandas que afectan a la envolvente térmica. **Metodología.** De diseño no experimental, con un tipo de investigación de campo, asimismo, posee un nivel descriptivo, explicativo y evaluativo. **Resultados.** En base a las normativas se pudo realizar los cálculos necesarios para el análisis luminotécnico para la simulación energética de la edificación considerando las normativas necesarias y establecidas para el adecuado cumplimiento de las mismas. **Conclusión.** El edificio analizado verifica las exigencias del DB-HE0, DB-HE1, DB-HE2, DB-HE3 en lo referente a eficiencia energética de los recintos (VEEI) y al límite de potencia por unidad de superficie de los mismos. El edificio deberá disponer de sistemas de control y regulación especificados en el apartado 2.3 DB-HE3 del CTE, así como disponer de un plan de mantenimiento. A través de la herramienta informática Calener GT se pudo realizar la simulación energética anual del edificio y ha permitido, junto con la herramienta HULC, la verificación de la normativa actual en términos de eficiencia energética, resultando nuestro edificio acorde a normativa en cuestión.

**Palabras Claves:** ahorro de energía; edificación; eficiencia energética; simulación.

## Abstract

**Introduction.** As of 2006, Royal Decree 314/2006 issued by the Ministry of Housing dated March 17, 2006, approved the Technical Building Code. This option left a multitude of data to the imagination, with quantitatively insufficient values in many areas. In 2013, Order FOM/1635/2013 issued by the Ministry of Public Works on September 10, 2013 appeared, updating the Basic Document DB-HE "Energy Saving", of the Technical Building Code, forcing the use of the option where the Unified Tool appears with which the DB-HE0 and DB-HE1 are justified. **Objective.** It is

based on an energetic analysis of a tertiary building for academic use located in Palma de Mallorca, justifying all the current BB-HE requirements with the Lider Calener (HULC) unified tool, calculating the demands that affect the thermal envelope. **Methodology.** Of non-experimental design, with a type of field research, it also has a descriptive, explanatory and evaluative level. Results. Based on the regulations, it was possible to carry out the necessary calculations for the lighting analysis for the energy simulation of the building, considering the necessary and established regulations for their adequate compliance. **Conclusion.** The analyzed building verifies the requirements of the DB-HE0, DB-HE1, DB-HE2, DB-HE3 in relation to the energy efficiency of the enclosures (VEEI) and the power limit per surface unit thereof. The building must have control and regulation systems specified in section 2.3 DB-HE3 of the CTE, as well as have a maintenance plan. Through the Calenger GT computer tool, it was possible to carry out the annual energy simulation of the building and it has allowed, together with the HULC tool, the verification of the current regulations in terms of energy efficiency, resulting in our building in accordance with the regulations in question.

**Keywords:** energy saving; building; energy efficiency; simulation.

## Resumo

Introdução. A partir de 2006, o Real Decreto 314/2006 emitido pelo Ministério da Habitação de 17 de março de 2006, aprovou o Código Técnico de Construção. Essa opção deixou uma infinidade de dados para a imaginação, com valores quantitativamente insuficientes em muitas áreas. Em 2013 surgiu o Despacho FOM/1635/2013 emitido pelo Ministério das Obras Públicas em 10 de setembro de 2013, atualizando o Documento Básico DB-HE "Economia de Energia", do Código Técnico de Edificações, obrigando a utilização da opção onde o Aparece a ferramenta com a qual o DB-HE0 e o DB-HE1 são justificados. Alvo. Baseia-se numa análise energética de um edifício terciário para uso académico localizado em Palma de Maiorca, justificando todos os requisitos atuais do BB-HE com a ferramenta unificada Lider Calener (HULC), calculando as exigências que afetam a envolvente térmica. Metodologia. De desenho não experimental, com tipo de pesquisa de campo, possui também um nível descritivo, explicativo e avaliativo. Resultados. Com base na normativa, foi possível realizar os cálculos necessários para a análise de iluminação para a simulação energética da edificação, considerando as normas necessárias e estabelecidas para o seu adequado cumprimento. Conclusão. A edificação analisada verifica os requisitos do DB-HE0, DB-HE1, DB-HE2, DB-HE3 em relação à eficiência energética dos invólucros (VEEI) e o limite de potência por unidade de superfície dos

mesmos. A edificação deve possuir sistemas de controle e regulação especificados na seção 2.3 DB-HE3 do CTE, bem como possuir plano de manutenção. Através da ferramenta informática Calenger GT foi possível realizar a simulação energética anual do edifício e permitiu, em conjunto com a ferramenta HULC, a verificação da normativa vigente em termos de eficiência energética, resultando no nosso edifício de acordo com os regulamentos em questão.

**Palavras-chave:** economia de energia; edificação; eficiência energética; simulação.

## Introducción

A partir del año de 2006 el Real Decreto 314/2006 emanado por el Ministerio de Vivienda (2006) de fecha 17 de marzo aprobó el Código Técnico de la Edificación. En este año se aplica los principios de ahorro energético y eficiencia. Tanto para la comprobación de HE1 como para la certificación energética era válido usar la opción simplificada. Esta opción dejaba a la imaginación multitud de datos, existiendo valores cuantitativamente insuficientes en muchas zonas.

En 2013 apareció la Orden FOM/1635/2013 emanado por el Ministerio de Fomento (2013) del 10 de septiembre por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE “Ahorro de Energía”, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006 del Ministerio de Vivienda (2006) obligando a utilizar la opción general donde aparece la Herramienta Unificada con la cual se justifica el DB-HE0 y DB-HE1

EL 13 de noviembre de 2015 se publica la nueva versión de la Herramienta Unificada Líder Calenger (HULC), que une en un mismo software comprobación HE y certificación energética. Siendo obligatorio utilizar esta versión para los certificados nuevos que se registren a partir del 14 de enero de 2016.

En este caso se utilizaron las normativas siguientes:

- CTE-DB-HE0 Limitación del consumo energético
- CTE-DB-HE1 Limitación de la demanda energética.
- CTE-DB-HE2 Rendimiento de las instalaciones térmicas (parcialmente).
- CTE-DB-HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (parcialmente).
- CTE-DB-HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (parcialmente).

El objetivo de esta investigación se basa en analizar energéticamente un edificio terciario de uso académico ubicado en Palma de Mallorca, justificando todas las exigencias vigentes BB-HE con la

herramienta unificada Lider Calener (HULC), calculando las demandas que afectan a la envolvente térmica.

## **Metodología**

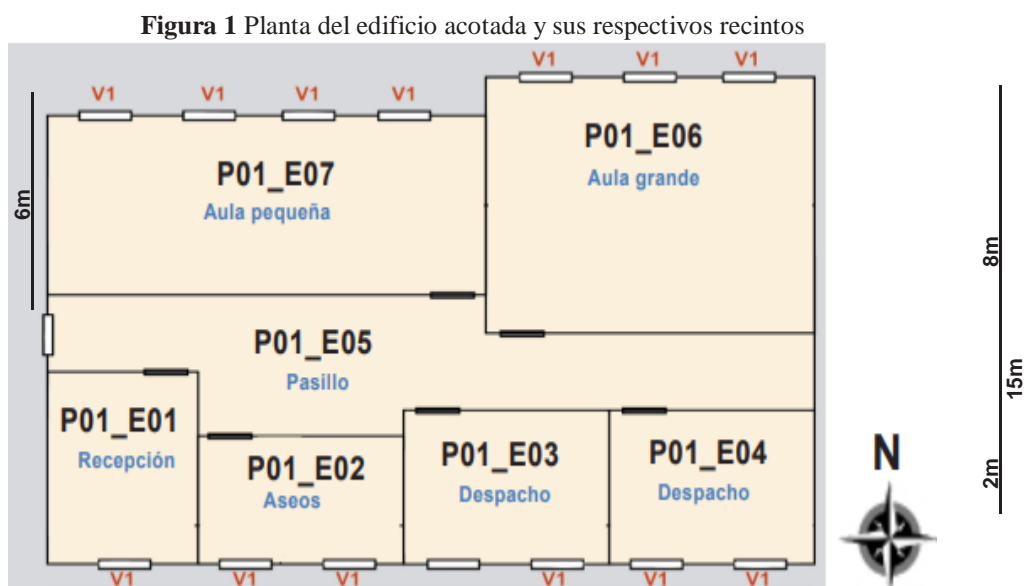
Para esta investigación fue utilizada una metodología con diseño no experimental que según menciona Palella & Martins (2010) este diseño metodológico es aquel donde no se manipulan de forma deliberada ninguna variable, en este sentido los hechos se observan tal cual ocurren de forma real.

Asimismo el tipo de investigación es de campo donde se recopilan datos directamente de donde ocurren los hechos, sin manipular las variables, igualmente posee un nivel descriptivo que permite la interpretación de las realidades de hecho, donde se describe, registra y analiza la naturaleza de la situación (Palella & Martins, Metodología de la Investigación Cuantitativa, 2010). De igual manera es de nivel explicativo permite determinar las causas de los fenómenos que intervienen en el proceso investigativo, finalmente se menciona que esta investigación posee un nivel evaluativo pues se busca determinar la efectividad de programas como el Calener GT y poder cumplir con el objetivo propuesto.

## **Resultados y Discusión**

### *Soluciones constructivas y distribución*

El edificio es de obra nueva, y constructivamente está formado por una planta con 434 m<sup>2</sup> de superficie útil, altura del local (de suelo a techo) 3,20 m. A continuación, podemos ver la planta del edificio acotada y con sus respectivos recintos (Ver Figura 1)



Fuente: (Paladines, 2018)

### ***Normativa aplicada***

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones. Asimismo, en el desarrollo de esta investigación se ha seguido lo preconizado por el marco normativo:

- CTE-DB-HE0 Limitación del consumo energético.
- CTE-DB-HE1 Limitación de la demanda energética.
- CTE-DB-HE2 Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- CTE-DB-HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- CTE-DB-HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE.
- 7- R.D. 235/2013 Certificación de eficiencia energética de los edificios.
- Pliego de Condiciones técnicas de instalaciones conectadas a Red del IDAE.
- Diversas normas UNE-EN recogidas en el Manual de Referencia de Calenger GT,

El Real Decreto 865/2003 emanado por el (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2003), de fecha 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Asimismo, Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el

## Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT

procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. (Ministerio de la Presidencia, 2021)

De igual manera se utilizó la Norma UNE-EN ISO 10456:2001 emanada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR, 2001), referida a los Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.

### *Crterios y consideraciones seguidas*

Con la actualización del Código Técnico de la Edificación, se tiene un importante cambio mediante la Orden FOM/1635/2013 del Ministerio de Fomento (2013), por la que se actualiza el DB-HE. Esta implica mayores exigencias energéticas de los edificios, y la tendencia es reducir paulatinamente consumo y emisiones en cada revisión de la Normativa. En los documentos siguientes a este se justifica el cumplimiento de las secciones obligatorias y mínimas en el edificio objeto de estudio.

### *Justificación del cumplimiento del DB-HE0 del CTE DB-HE*

La sección HE0 Limitación del consumo energético del Documento Básico del Código Técnico de Edificación emanado por el Ministerio de fomento (2013) es de aplicación en el edificio en estudio ya que se trata de un edificio de nueva construcción.

### *Procedimiento de cálculo de la demanda energética y el consumo energético*

El programa informático que se ha empleado para el cálculo de la demanda energética, calificación energética del edificio tipo terciario y el consumo del objeto en estudio bajo el entorno de aplicaciones CALENER GT

### *Demanda energética de los distintos servicios técnicos del edificio*

Según el apartado 4 del DB HE 0 y a través de Calener GT se han obtenido los siguientes valores de demanda energética:

**Tabla 1** Valores de demanda energética

Servicio técnico	Demanda (kWh/año)	Demanda unitaria (kWh/m <sup>2</sup> año)
Calefacción	1128.40 (*)	2.60 (*)
Refrigeración	25011.42 (*)	57.63 (*)

**Nota:** En tabla adjunta se especifican las diversas demandas de los servicios técnicos:


*Descripción y disposición de los equipos empleados.*

Equipos generadores.

*Planta enfriadora:*

Se muestra en la Figura 2 las características de la planta EAGLE.AT.48 de simple circuito (Ver Figura 3)

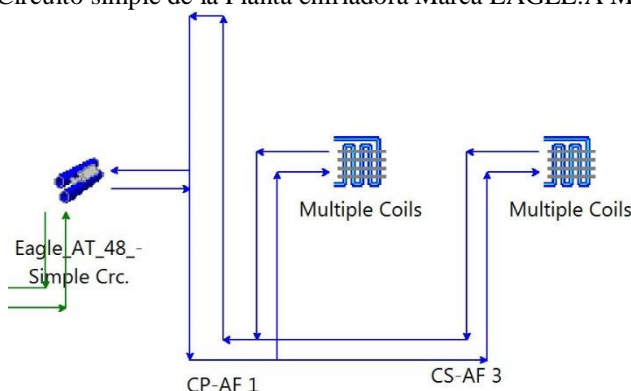
**Figura 2** Características de la Planta enfriadora Marca EAGLE.A.



MODELO		T.40 P2-S	T.48 P2-S
Tamaño		U5	U5
Potencia frigorífica (1)	kW	40,0	46,2
Compresor	n.	2	2
Potencia absorbida (1)	kW	13,8	16,4
Circuito de gas	n.	1	1
Presión sonora (2)	dB(A)	65,0	65,0

Fuente: (Paladines, 2018)

**Figura 3** Circuito simple de la Planta enfriadora Marca EAGLE.A Modelo T.48



Fuente: (Paladines, 2018)

*Caldera de calefacción*

Posee una caldera marca VAILLANT TURBOMAX PLUS VM ES Modelo 282-5, de combustible gas natural, según las características mostradas en la Tabla 2, asimismo, en la Figura 4 se muestran el circuito simple del equipo.



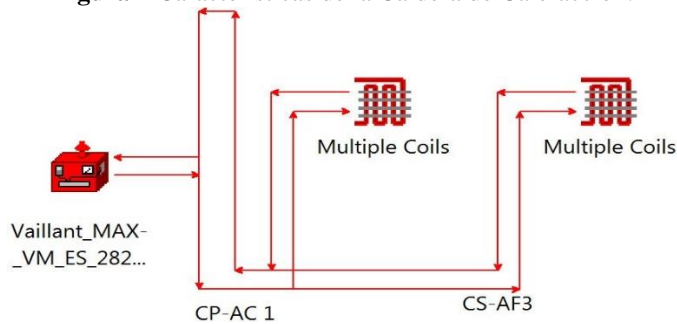
Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT

**Tabla 2** Características de la Caldera de Calefacción.

	Unidad	Turbo MAX plus	
		VM ES 242-5	VM ES 282-5
<b>Calefacción Acumulación</b>			
Consumo calorífico nominal máximo	kW	26.7	31.1
Consumo calorífico nominal mínimo	kW	10.6	12.4
Margen de modulación de potencia	kW	8.9-24	10.4-28
Potencia nominal	kW	24	28
Rendimiento máximo	%	93	93
Rendimiento nominal	%	91	91
Rango de temperaturas de impulsión	°C	35-82	35-82
Cantidad nominal de agua ( $\Delta T=20$ )	l/h	1032	1232
Presión disponible para circuito primario	mbar	250	250
Volumen del vaso de expansión	l	6	10
Presión previa del vaso de expansión	bar	0.75	0.75
Presión máxima del circuito	bar	3	3
<b>Conexiones de la caldera</b>			
Ida y retorno de calefacción	mm $\emptyset$	22	22
Entrada y salida de agua san. (con machón)	R''	1/2-3/4	1/2-3/4
Toma de gas	mm $\emptyset$	15	15
Salida de la válvula de seguridad	mm $\emptyset$	15	15
<b>Dimensiones</b>			
Altura	mm	800	800
Anchura	mm	440	440
Profundidad	mm	338	338
Peso. Aprox.	kg	41	43
<b>Conducto de evacuación</b>			
Diámetro	mm	60/100	60/100
Distancia alcanzable	Vertical m	5.3	4.3
	Horizontal m	4.5+1 codo 90°	3.2+1 codo 90°
<b>Conexión eléctrica</b>			
Tensión/frecuencia de alimentación	V/Hz	220/50	220/50
Potencia absorbida	W	150	150
Tipo de protección eléctrica	IPx4D	IPx4D	IPx4D
<b>Combustión</b>			
Caudal de los PDC (Potencia mín/máx)	g/s	17.8/16.1	21.4/18.9
Temperatura de los PDC (potencia max)	°C	130	140
<b>Homologación</b>		CE-0063BL3068	CE-0063BL3068

Fuente: (Paladines, 2018)

**Figura 4** Características de la Caldera de Calefacción.

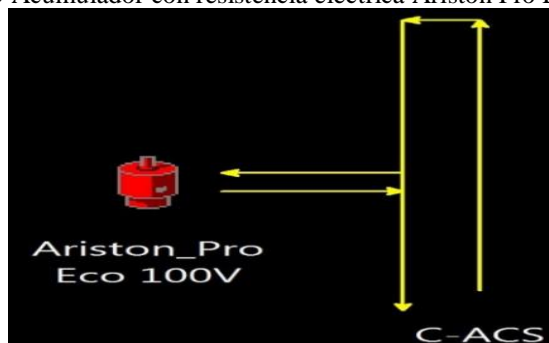


**Fuente:** (Paladines, 2018)

### *Producción de ACS*

Se produce ACS mediante un acumulador con resistencia eléctrica Ariston Pro ECO 100V. (Ver Figura 5). Para cumplir con las necesidades de energía solar térmica se ha proyectado un equipo compacto de 150L, ya que la demanda a cubrir es la del lavabo del aseo

**Figura 5** Acumulador con resistencia eléctrica Ariston Pro ECO 100V



**Fuente:** (Paladines, 2018)

### *Bombas circuladoras de circuitos primarios y secundarios:*

Existe un total de 6 bombas circuladoras entre circuitos primarios y secundarios, con el detalle que se especifica en esta tabla 3

Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT

**Tabla 3** Especificaciones de las bombas circuladoras

Bomba circuitoria	Caudal (l/h)	Perdida de carga (mCA)	Circuito
AF 1	5900	4.00	PRIMARIO REFRIGERACION
AF 2	2100	4.00	SECUNDARIO REFRIGERACION-1
AF 3	3800	4.00	SECUNDARIO REFRIGERACION-2
AC 1	5900	4.00	PRIMARIO CALEFACCION
AC2	2100	4.00	SECUNDARIO CALEFACCION-1
AC3	3800	4.00	SECUNDARIO CALEFACCION-1

Fuente: (Paladines, 2018)

Los circuitos han sido diseñados con las temperaturas de consigna de acuerdo a la Tabla 4

**Tabla 4** Diseño de los circuitos de las bombas circuladoras

Circuito	T°C impulsión	T°C retorno
AF 1	7	12
AF 2	7	12
AF 3	7	12
AC 1	45	40
AC2	45	40
AC3	45	40

Fuente: (Paladines, 2018)

Asimismo, se muestra en la Tabla 5 los subsistemas secundarios de los Ventilconvectores

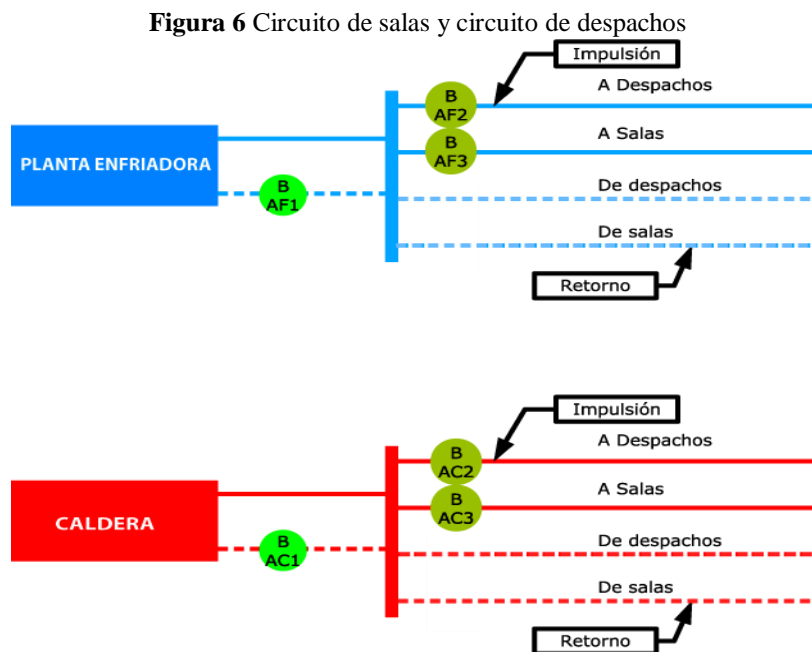
**Tabla 5** Subsistemas secundarios Los Ventilconvectores (Fancoil)

Zona	Potencia total frio (kW)	Potencia bat.sens. frio (kW)	Fuente bat.calor	Caudal zonal diseño m3/h	Potencia Calefacción (KkW)	Caudal Ventilación ocup. (m3/h)
P01_E01	3.9	3.08	Agua	Cal. 800	4.05	90
P01_E03	3.9	3.08	Agua	Cal. 800	4.05	180
P01_E04	3.9	3.08	Agua	Cal. 800	4.05	180
P01_E06	11.90	9.36	Agua	Cal. 2200	14.45	1080
P01_E07	10.34	6.90	Agua	Cal. 1200	18.78	945
<b>Total</b>	<b>33.94</b>	<b>25.50</b>		<b>5800</b>	<b>45.38</b>	<b>2475</b>

Fuente: (Paladines, 2018)

*Esquema de principio de la instalación de climatización*

Los circuitos de salas son los destinados a las aulas. Los circuitos de despachos son los destinados a la recepción y los despachos (Ver Figura 6)



Fuente: (Paladines, 2018)

*Unidades terminales (Fan-coils) en aulas y despachos:*

Se trata de ventiloconvectores (fan-coils), uno por zona, a excepción de Aseos y pasillo, En cada despacho se instalará una unidad marca DAIKIN, modelo FWD04. Se adjunta tabla y características (Ver Tabla 6)

**Tabla 6** Características de los ventiloconvectores

Unid. de techo sin envoltante con presión disponible (Tipo Apartamento) 2 tubos/4 tubos			FWD04
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW	3,90
	Sensible	kW	3,08
	Calefacción	kW	4,05
Consumo Total (A)		W	177
Presión estática disponible		Pa	66
Caudal de aire (Alto)			800
Dimensiones	(AlxAnxF)	mm	280/754/558
Peso		kg	33,0
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	66/54

Fuente: (Paladines, 2018)

Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT

En el Aula pequeña se instalará una unidad (Fan-coils) marca DAIKIN, modelo FWB10AT. Se adjunta ficha de especificaciones siguientes (Ver Tabla 7).

**Tabla 7** Ficha técnica del Fan-coils

Unidades de techo sin envolvente con presión disponible			<b>FWB08AT</b>	<b>FWB09AT</b>	<b>FWB10AT</b>
Capacidad refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW	7,57	8,67	10,34
	Sensible	kW	5,23	5,96	6,9
	Calefacción	kW	15,05	16,85	18,78
Consumo Total (A)		W	294	294	294
Presión estática disponible (A)		Pa	59	59	59
Caudal de aire (A/B)		m <sup>3</sup> /n	1200/600	1200/600	1200/600
Dimensiones (AlxAnxF)		mm	239/1.739/609	239/1.739/609	239/1.739/609
Peso (en funcionamiento)		Kg	45,0	48,0	52,0
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	69/53	69/53	69/53

**Fuente:** (Paladines, 2018)

En la Sala grande se instalará una unidad (Fan-coils) marca DAIKIN, modelo FWD12. Se adjunta ficha de especificaciones técnicas (Ver Tabla 8)

**Tabla 8** Especificaciones técnicas de la unidad de la sala grande

Unidades de techo sin envolvente con presión disponible (Tipo Apartamento) 2 Tubos/4 Tubos			<b>FWD08</b>	<b>FWD10</b>	<b>FWD12</b>
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW	7,80	8,82	11,90
	Sensible	kW	6,52	7,16	9,36
	Calefacción	kW	9,43	10,79	14,45
Consumo Total (A)		W	315	325	530
Presión estática disponible		Pa	68	64	97
Caudal de aire (Alto)			1.600	1.600	2.200
Dimensiones (AlxAnxF)		mm	280/1.174/558	280/1.174/558	353/1.174/718
Peso		kg	47,0	49,0	65,0
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	72/62	72/62	74/60

**Fuente:** (Paladines, 2018)

*Generadores de ACS:*

Se trata de una unidad de termo eléctrico vertical de 100 litros de capacidad de acumulación, marca ARISTON, modelo PRO ECO 100V, con una potencia eléctrica de 1.50 kW. Se adjunta ficha con los datos técnicos (Tabla 9)

Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT

**Tabla 9** Datos técnicos y dimensiones del Generador Marca ARISTON modelo PRO ECO 100V

		PRO ECO 50V	PRO ECO 80V	PRO ECO 100V	PRO ECO 80H	PRO ECO 100H	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.	h.min	1,56	3,06	3,52	3,06	3,52	1,37	2,06
( $\Delta T=45^{\circ}C$ )	$^{\circ}C$	80	80	80	80	80	80	80
Temp. Max.	Kwh/24h	0,96	1,22	1,39	1,48	1,65	1,21	1,35
Ejercicio	Bar	8	8	8	8	8	8	8
Dispersión térmica	kg	16,5	22,0	25,5	22,0	25,5	16,5	19,5
65 $^{\circ}C$	IP	IPX3	IPX3	IPX3	IPX1	IPX1	IPX3	IPX3
Presión max. Ejercicio								
Peso neto								
Índice protección								

Fuente: (Paladines, 2018)

**Resumen Instalación de Climatización**

El software divide los sistemas de climatización en dos grupos: Primarios y Secundarios:

**Tabla 10** Sistemas de Climatización

Instalación	Sistema	Descripción	
Equipos generadores	Planta enfriadora	Eagle A T.48 simple circuito	
	Caldera	Vaillant turboMAX plus VM ES 282-5	
	Bombas	AF1	Caudal 5900 l/h 4 m.c.a.
		AF2	Caudal 2100 l/h 4 m.c.a.
		AF3	Caudal 3800 l/h 4 m.c.a.
		AC1	Caudal 5900 l/h 4 m.c.a.
		AC2	Caudal 2100 l/h 4 m.c.a.
		AC3	Caudal 3800 l/h 4 m.c.a.
	Circuito Agua Fría	Impulsión 7 $^{\circ}C$ y retorno 12 $^{\circ}C$	
	Circuito Agua Caliente	Impulsión 45 $^{\circ}C$ y retorno 40 $^{\circ}C$	
Unidades en zonas	Fancoils	Despacos 1-3-4 - FWD04 Aula pequeña-Daikin FWB10AT Aula grande - Daikin PWD12	
Agua Caliente Sanitaria	Termo eléctrico	Ariston Pro Eco 100V	
	Solar térmico	1 módulo de 2 m 2	
Generación eléctrica	Instalación fotovoltaica	4 módulos fotovoltaicos de 250 Wp cada uno	

Fuente: (Paladines, 2018)

### ***Instalación de Iluminación***

La tecnología de iluminación empleada es LED, y en la Tabla 11 se muestra el resumen de parámetros

**Tabla 11** Parámetros de la iluminación LED

<b>ESPACIO</b>	<b>DENOMINACION</b>	<b>POTENCIA INSTALADA (W/m<sup>2</sup>)</b>
Recepción	P01_E01	10.25
Aseo	P01_E02	2.75
Despacho 2	P01_E03	8.20
Despacho 3	P01_E04	8.20
Pasillo	P01_E05	2.26
Aula grande	P01_E06	7.69
Aula Pequeña	P01_E07	7.32

Fuente: (Paladines, 2018)

### ***Rendimientos considerados para los distintos equipos***

La tabla 12 muestra los sistemas generadores de climatización los equipos, y rendimientos de cada uno de ellos.

**Tabla 12** Rendimiento de los sistemas generadores de climatización y sus equipos

<b>Sistemas</b>	<b>Equipos</b>	<b>Rendimiento</b>
Planta enfriadora	Eagle A t.48 simple circuito	EER=2.8
Caldera	Vaillant TurboMaxplus VM ES 282-5	91%
Termo eléctrico	Ariston Pro Eco 100 V	100%
laca solar térmica	Modelo Topson F3-Q F3-1 CFK-1	76.7%

Fuente: (Paladines, 2018)

### ***Factores de corrección de energía final a energía primaria empleados***

Los factores de paso de energía utilizados en el programa informático HULC y Calenger GT son los que aparecen en la Tabla 13

Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calener GT

**Tabla 13** Factores de paso de energía utilizados en HULC y Calener GT

Factores de conversión de energía final a la primaria							
Fuente		Valores aprobados				Valores previos (****)	
		kWh Primaria renovable /kWh final	E. E.	kWh primaria no renovable/ kWh final	E. E.	kWh primaria total/ kWh final	E. E. primaria/kWh E. final
Electricidad convencional nacional	(*)	0,396		2,007		2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414		1,954		2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075		2,937		3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082		2,968		3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070		2,924		2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melillas	(**)	0,072		2,718		2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003		1,179		1,182	1,08
GLP	(***)	0,003		1,201		1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005		1,190		1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002		1,082		1,085	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003		0,034		1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028		0,085		1,113	

(\*) Valor obtenido de la Propuesta de Documento Reconocido: **Valores aprobados en Comisión Permanente de Certificación Energética de Edificios de 27 de junio de 2013, actualizado al periodo considerado.**

(\*\*) Según cálculo del apartado 5 de este documento.

(\*\*\*) Basado en el informe “Well to tank Report, versión 4.0” del Joint Research Intitute.

(\*\*\*\*) Valores utilizados, a fecha de redacción del informe, en CALENER, CE3 y CEX según Documentoreconocido “Escala de calificación energética para edificios existentes”

De Igual manera en la Tabla 14 se muestran los factores de emisiones de CO<sub>2</sub> utilizados en los sistemas HULC y Calener GT



**Tabla 14** Factores de emisiones de CO<sub>2</sub> utilizados en los sistemas HULC y Calener GT

Factores de emisiones de CO <sub>2</sub>		Valores aprobados	Valores previos (****)
Fuente		kg CO <sub>2</sub> /kWh E. final	kg CO <sub>2</sub> /kWh E. final
Electricidad convencional nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	
Electricidad convencional Ceuta y Melillas	(**)	0,721	
Gasóleo calefacción	(***)	0,311	0,287
GLP	(***)	0,254	0,244
Gas natural	(***)	0,252	0,204
Carbón	(***)	0,472	0,347
Biomasa no densificada	(***)	0,018	Neutro
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018	Neutro

(\*) Valor obtenido de la Propuesta de Documento Reconocido: **Valores aprobados en Comisión Permanente de Certificación Energética de Edificios de 27 de junio de 2013, actualizado al periodo considerado.**

(\*\*) Según cálculo del apartado 5 de este documento.

(\*\*\*) Basado en el informe “Well to tank Report, versión 4.0” del Joint Research Intitute.

(\*\*\*\*) Valores utilizados, a fecha de redacción del informe, en CALENER, CE3 y CEX según Documento reconocido “Escala de calificación energética para edificios existentes”

Así mismo se ha analizado la variación del factor de emisión en función de la hora del día (ver Anexo VI), llegándose a la conclusión que dicha variación es poco significativa, por lo que se propone que no sea tenida en cuenta.

### *Utilización de los factores de paso actualizados*

Cada uno de los factores de conversión de energía final a primaria y de emisiones de CO<sub>2</sub> que se establecen tanto a nivel nacional, como peninsular o insulares, deben ser utilizados en función del ámbito de aplicación que corresponda a los cálculos, estudios, estadísticas, etc., que se realicen, por lo tanto, los siguientes factores de conversión de carácter nacional, como los que se muestran en la Tabla 15:

Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT

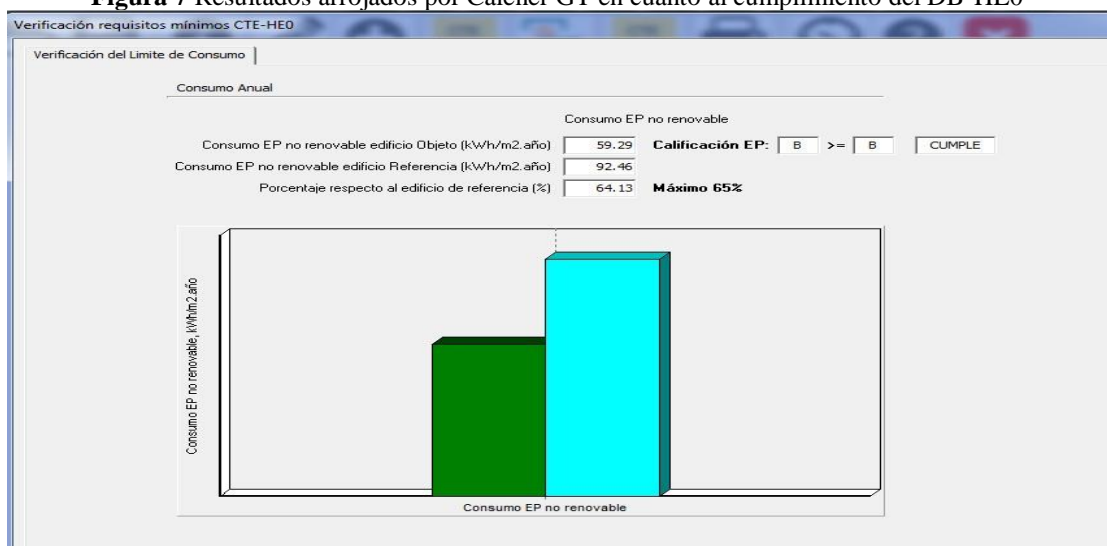
**Tabla 15** Factores de conversión de carácter nacional

Factores de carácter Nacional	Factores de conversión de energía final a primaria						Factores de emisión de CO <sub>2</sub>	
	kWh primaria renovable/kWh E. final	E.	kWh primaria renovable/kWh E. final	E. no renovable	kWh primaria total/kWh final	E.	kg CO <sub>2</sub> /kWh final	CO <sub>2</sub> E.
Electricidad convencional Nacional	0,396		2,007		2,403		0,357	
Electricidad convencional extrapeninsular	0,075		2,937		3,011		0,833	

Solo deberán emplearse para estudios o estadísticas en los que sea necesario disponer de un valor a nivel Nacional, en los demás casos se empleara el valor correspondiente a la referencia establecida o a la ubicación de la instalación, proyecto, con HULC se obtiene calificación C

En la figura 7, se detallan los resultados arrojados por la herramienta Calener GT en referencia al cumplimiento del DB-HE0 establecido por el, Ministerio de fomento (2013)

**Figura 7** Resultados arrojados por Calener GT en cuanto al cumplimiento del DB-HE0



Fuente: (Paladines, 2018)

*Resultados con CALENER GT.*

*Calificación energética para el indicador de energía primaria no renovable.*

Se ha obtenido tras la simulación energética en CALENER-GT. Se muestra información de calificación obtenida visualizando PostCALENER en la Figura 8 y 9

Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calener GT

**Figura 8** Calificación obtenida PostCalener

	<b>ANEXO PostCALENER: Informe de modificación de la Calificación Energética de Edificios</b>
	Proyecto <b>CERTIFICADO ENERGETICO</b>

**1. DATOS GENERALES**

Nombre del proyecto <b>CERTIFICADO ENERGETICO</b>	
Comunidad autónoma <b>Baleares</b>	Localidad <b>Palma de Mallorca</b>
Tipo de edificio <b>Destinado a la enseñanza</b>	Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> ) <b>291.00</b>
	Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> ) <b>100.00</b>
Autor de la calificación original <b>Oscar Paladines</b>	Fecha de la calificación original <b>06/07/17</b>

**2. INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES**

Concepto	EF orig.	EF mod.	EF ref.	EP orig.	EP mod.	EP ref.	EM orig.	EM mod.	EM ref.
Climatización	100.72	100.72	168.48	168.10	168.10	217.65	43.83	43.83	59.00
Iluminación	10.34	10.34	11.88	30.68	30.68	35.25	9.63	9.63	11.07
A.C.S.	5.26	5.26	4.87	15.60	15.60	14.46	4.90	4.90	4.54
<b>Total</b>	<b>116.31</b>	<b>116.31</b>	<b>185.23</b>	<b>214.39</b>	<b>214.39</b>	<b>267.37</b>	<b>58.37</b>	<b>58.37</b>	<b>74.61</b>

EF: Energía final (kW-h/m<sup>2</sup>), EP: Energía primaria (kW-h/m<sup>2</sup>), EM: Emisiones CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)  
 orig: original, mod: modificado, ref: referencia, la superficie utilizada es la suma de la acondicionada y la no acondicionada

Fuente: (Paladines, 2018)

**Figura 9** Calificación obtenida PostCalener

Calificación en emisiones de CO <sub>2</sub>					
Original: <b>C</b>					
Modificada: <b>C</b>					
Concepto	Original (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	Modificado (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	Referencia (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	Índice original	Índice modificado
Emisiones Clima.	37.05	37.05	46.83	0.791	0.791
Emisiones Ilumina.	9.63	9.63	11.07	0.870	0.870
Emisiones A.C.S.	5.39	5.39	4.54	1.188	1.188
<b>Emisiones Totales</b>	<b>52.08</b>	<b>52.08</b>	<b>62.44</b>	<b>0.834</b>	<b>0.834</b>
Área de suelo: 391.00 m <sup>2</sup>					
Calificación en energía primaria					
Original: <b>C</b>					
Modificada: <b>C</b>					
Concepto	Original (kWh/m <sup>2</sup> )	Modificado (kWh/m <sup>2</sup> )	Referencia (kWh/m <sup>2</sup> )	Índice original	Índice modificado
Primaria Clima.	135.98	135.98	172.20	0.790	0.790
Primaria Ilumina.	30.68	30.68	35.25	0.870	0.870
Primaria A.C.S.	17.18	17.18	14.46	1.188	1.188
<b>Primaria Total</b>	<b>183.85</b>	<b>183.85</b>	<b>221.91</b>	<b>0.828</b>	<b>0.828</b>
Área de suelo: 391.00 m <sup>2</sup>					

Fuente: (Paladines, 2018)

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

La sección HE 1 Limitación de la demanda energética del Documento Básico del Código Técnico de Edificación del Ministerio de fomento (2013), es de aplicación en el edificio en estudio ya que se trata de un edificio de nueva construcción.

Para justificar que el edificio cumple la exigencia básica de limitación de la demanda energética que se establece en dicha sección del DB HE, se ha incluido la siguiente información:

*Zona climática*

Basándose en la tabla B.1. Del DB HE en referencia a las Zonas climáticas de la Península Ibérica, el edificio en estudio se encuentra en la Comunidad Islas Baleares Palmas de Mallorca y a una altitud de 399 m.s.n.m., Por tanto, pertenece a la zona climática B3

CAPITAL	Capital y hasta	Altura de referencia (m)	Desnivel entre capital y su provincia (m)
Palma de Mallorca	B3	1	399

*Descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio*

Este edificio tiene sola una planta y su uso está destinado a la enseñanza, se compone de 1 recepción, dos despachos, dos aulas, un aseo y un pasillo. La distribución de espacios asignados en la herramienta HULC se puede observar en la Figura 1.

Asimismo, en las Tablas 16, 17,18 y 19 se muestran las diversas capas que conforman la envolvente térmica del edificio en estudio.

**Tabla 16 Elementos** constructivos horizontales Cubierta Plana

Material	Espesor (m)	Transmitancia térmica (W m <sup>2</sup> K)
Plaqueta o baldosa cerámica 2cm	0.020	0.30
Mortero de cemento 1cm	0.010	
XPS poliestireno extruido 0,034 W/m·K	0.040	
Impermeabilización betún 0,003cm	0.003	
Mortero de cemento 1cm	0.010	
Hormigón en masa 2cm	0.020	
Forjado unidireccional hormigón 30cm	0.300	
Cámara de aire 20cm (plenum).	0.200	
Enlucido de yeso 1,5cm	0.015	

Fuente: (Paladines, 2018)

**Tablas 17** Elementos constructivos horizontales Suelo

Material	Espesor (m)	Transmitancia térmica (W m <sup>2</sup> K)
Plaqueta o baldosa cerámica 2cm	0.020	
Mortero de cemento 2cm	0.020	
EPS poliestireno expandido	0,0370.040	0.37
W/m·K		
Hormigón armado 20cm	0.20	

Fuente: (Paladines, 2018)

**Tabla 18** Elementos constructivos verticales Fachada

Material	Espesor (m)	Transmitancia térmica (W m <sup>2</sup> K)
½ pie LM	0.115	
Mortero de cemento 1cm	0.010	
EPS poliestireno expandido	0,0370.040	
W/m·K		0.38
LH doble 7cm	0.070	
Enlucido de yeso 1,5cm	0.015	

Fuente: (Paladines, 2018)

**Tablas 19** Elementos constructivos verticales Tabique

Material	Espesor (m)	Transmitancia térmica (W m <sup>2</sup> K)
Enlucido de yeso 1,5cm	0.015	
LH doble 7cm	0.070	
Enlucido de yeso 1,5cm	0.015	2.60

Fuente: (Paladines, 2018)

*Perfil de uso y nivel de acondicionamiento.*

En la Tabla 20 y 21 se especifican los perfiles de uso de los diferentes recintos y su nivel de acondicionamiento, así como su ocupación, tipo de carga interna y ventilación.

Para ello se han seguido las recomendaciones del Manual de Referencia de CALENER- GT publicado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2009), así como lo especificado en el Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE emanado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2007) , y CTE-DB-SI3 del Ministerio de Fomento (2019), este último con objeto de determinar la ocupación máxima de los diferentes recintos, que en

Análisis energético de edificio de academia y sus instalaciones con la herramienta informática Calenger GT

el marco normativo español viene determinado precisamente por ese Documento Básico indicado, a saber, SI3 Seguridad en caso de incendio. Evacuación de ocupantes.

Con respecto a los valores que determinan la carga interna por ocupación, en sus partes sensible y latente se han introducido en HULC datos según Tabla 2 del Manual de Referencia arriba citada, cuyos datos están basados en el Handbook American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc ASHRAE (1989), se ha considerado una carga sensible de 75 W/persona y una carga latente de 55 W/persona para todos los recintos.

En referencia a la fuente empleada para cuantificar el valor de las infiltraciones en el edificio se ha empleado la tabla 3 del Manual de Referencia del IDEA (2009)

Para elegir el perfil de uso del edificio el técnico que suscribe ha considerado encuadrar la actividad del mismo en el “Uso no residencial 8 h, densidad de fuentes internas media”, según Apéndice C Perfiles de uso, punto C.1 del CTE-DB-HE1

Se expresa un resumen de los resultados en las Tablas 20 y 21

**Tabla 20** Perfil de uso de cada recinto

Recinto	Sup. (m2)	Nº Pers.	m2/Pers.	QS (W/pers).	QS (W/pers).	Infiltr
P01_E01	36	2	9			
P01_E02	32	2	16	75		
P01_E03	40	4	10			
P01_E04	40	4	10		55	0.8
P01_E05	78	2	39			
P01_E06	112	24	9.3			
P01_E07	96	21	9.3			

**Fuente:** (Paladines, 2018)

**Tabla 21** Nivel de acondicionamiento de cada uno de los recintos

Recinto	Denominación	Espacio Habitable	Nivel de Acondicionamiento
Recepción	P01_E01	Acondicionado	Alta carga interna
Aseo	P01_E02	No Acondicionado	Baja carga interna
Despacho 1	P01_E03	Acondicionado	Alta carga interna
Despacho 2	P01_E04	Acondicionado	Alta carga interna
Pasillo	P01_E05	No Acondicionado	Baja carga interna
Aula Grande	P01_E06	Acondicionado	Alta carga interna
Aula Pequeña	P01_E07	Acondicionado	Alta carga interna

**Fuente:** (Paladines, 2018)

### *Justificación de la cobertura solar térmica considerada*

Para el caso referido a esta investigación el edificio en cuestión es de uso terciario, de una sola planta de oficinas. La ubicación es en Palma de Mallorca que corresponde a zona climática B3 según el apartado 4.2, “Zonas climáticas”, de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE

La instalación constará de una batería de captadores, estando orientada al SUR. Para la determinación de las condiciones climáticas (radiación global total en el campo de captadores, temperatura ambiente diaria y temperatura del agua de suministro de la red) se han utilizado los datos recogidos en: - UNE 94002 Instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica (Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, 2005).

- UNE 94003 Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas Atlas de Radiación Solar en España (AENOR, 2007)

### *Justificación de las características de las instalaciones de iluminación.*

#### *Datos geométricos:*

Para el cálculo luminotécnico se ha empleado el software DIALUX. Se ha introducido una altura de los recintos de valor 2.55 m de suelo a techo (altura libre). Con respecto a las alturas de planos de trabajo se ha considerado a nivel de cota 0.00 tanto en aseos, como en el distribuidor, mientras que, para el resto de recintos, que tendrán uso administrativo, se les asigna 0.85 m.

#### *Niveles límite inferior considerado:*

Con respecto a los niveles mínimos exigidos para la iluminancia media, se han seguido las directrices de la norma europea EN-12464-1 (AENOR, 2012) referida a la Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1:

Lugares de trabajo en interiores). Dicho marco normativo define los parámetros recomendados para los distintos tipos de áreas, tareas y actividades a desarrollar en los recintos interiores. Con la referencia anterior, se considera una iluminancia media mantenida de 100 lux para aseos y distribuidor, que, según norma anterior, se engloba dentro de “Zonas de tráfico”.

Análogamente, se considera una iluminancia media mantenida de 500 lux para el resto de recintos, a saber, despachos y aulas. Este valor mínimo por debajo del cual no debe ofrecernos prestaciones nuestra instalación de iluminación proyectada se engloba en la norma anterior en el apartado “Oficinas”, y, dentro de esta clasificación, se ha considerado la subclase “Escritura, escritura a

máquina, lectura, tratamiento de datos” que presenta el mencionado valor mínimo a garantizar de 500 lux.

*Grado de reflexión en paramentos verticales, horizontales y solería:*

Con respecto al color de los paramentos verticales y revestimientos de techo se ha preferido seleccionar un gris claro, con un grado de reflexión medio del 90% por quedar del lado de la seguridad. Sin embargo, para el pavimento de solería se ha asignado una tonalidad de gris oscuro, con un grado de reflexión medio del 31%.

*Método del Plan de mantenimiento del sistema según EN-12464:*

Con respecto al factor de mantenimiento, análogamente se ha preferido quedar del lado de la seguridad y ser realistas, asignándole a la totalidad de recintos el método del plan de mantenimiento que considera un nivel de limpieza y mantenimiento del sistema de iluminación con condiciones ambientales de tipo “Normal”, con un intervalo de mantenimiento “Anual”

*Sistema luminotécnico seleccionado*

Se ha preferido la tecnología de tipo LED para la totalidad de recintos por dos justificaciones:

- La larga vida que presentan estos sistemas cuando corresponden a tipos LED homologados y con declaración CE.
- La elevada eficiencia energética que aportan, dado su bajo consumo.

Se han elegido dos tipologías diferentes en el proyecto que nos ocupa:

En despachos y aulas se ha preferido panel LED 600x600 mm empotrado en falso techo de escayola existente, que previamente habrá sido cajeadado, dado que no es registrable. El modelo empleado es CoreLine Panel, del fabricante PHILIPS.

Para el caso de aseos y distribuidor se ha preferido el tipo Downlight LED, de tipo empotrable circular y diámetro de aro 217 mm, que contribuirá a un reparto más uniforme de la iluminancia. El modelo empleado es CoreLine Downlight, del fabricante PHILIPS.

*Resultados obtenidos del cálculo con DIALUX:*

Se aportan como anexo los informes de resultados generados por el software DIALUX. No obstante, para justificar igualmente el cumplimiento del CTE-DB-HE3 denominado “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación”



## Conclusiones

Luego de un profundo análisis de cada uno de los procesos de cálculo realizados se concluye lo siguiente:

El edificio analizado verifica las exigencias del DB-HE0 del CTE “Limitación del consumo energético”. Por tanto, el edificio proyectado presenta un consumo de energía primaria no renovable de valor inferior al valor límite establecido para su zona climática, en referencia al consumo energético de energía primaria no renovable que se destina a los servicios de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación.

De igual manera se comprueba que verifica las exigencias DB-HE1 del CTE “Limitación de la demanda energética”. Por tanto, el edificio proyectado presenta una demanda energética de calefacción y refrigeración, de modo conjunto para este tipo de edificios, de valor inferior al límite normativo establecido para su zona climática. Además, también implica la ausencia de riesgos de deterioro de la envolvente térmica por aparición de condensaciones intersticiales en las soluciones constructivas de sus cerramientos.

Asimismo, el edificio verifica las exigencias DB-HE2 del CTE “Rendimiento de las instalaciones térmicas” como mínimo en referencia a su sistema de ventilación, asegurándose los caudales especificados en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), al igual que cumple con las exigencias DB-HE3 del CTE “Rendimiento de las instalaciones de iluminación” en lo referente a eficiencia energética de los recintos (VEEI) y al límite de potencia por unidad de superficie de los mismos. El edificio deberá disponer de sistemas de control y regulación especificados en el apartado 2.3 DB-HE3 del CTE, así como disponer de un plan de mantenimiento. A través de la herramienta informática Calenger GT se pudo realizar la simulación energética anual del edificio y ha permitido, junto con la herramienta HULC, la verificación de la normativa actual en términos de eficiencia energética, resultando nuestro edificio acorde a normativa en cuestión.

## Referencias

1. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. (1989). *Fundamentals Volume*. Atlanta, USA.
2. Asociación Española de Normatización y Certificación, AENOR. (2012). *Norma Española UNE-EN-12464-1*. Madrid, España: AENOR.

3. Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR. (2001). *Norma Española UNE-EN ISO 10456 Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño*. Madrid, España: AENOR.
4. Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR. (2005). *Norma Esmapola UNE 94002*. Madrid, España: AENOR.
5. Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR. (2007). *Norma Española UNE 94003*. Madrid, España: AENOR.
6. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). *CALENER -GT Grandes edificios terciarios. Manual de referencia*. Madrid, España: Gobierno de España. Obtenido de [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/documentos\\_calener\\_04\\_gt\\_manual\\_referencia\\_a2009\\_a\\_55d36db6.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_calener_04_gt_manual_referencia_a2009_a_55d36db6.pdf)
7. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2003). *Real Decreto 865/2003*. Boletín oficial del Estado, España. Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2003/07/18/pdfs/A28055-28069.pdf>
8. Ministerio de fomento. (2013). *Documento Básico HE. Ahorro de energía*. España: Secretaria de Estado de Infraestructuras, Transportes y Vivienda. Obtenido de [https://www.apabcn.cat/Documentacio/areatecnica/legislacio/CTE\\_DB\\_HE.pdf](https://www.apabcn.cat/Documentacio/areatecnica/legislacio/CTE_DB_HE.pdf)
9. Ministerio de Fomento. (2013). *Orden FOM/1635/2013*. España: Ministerio de Fomento. Obtenido de <https://www.boe.es/eli/es/o/2013/09/10/fom1635/dof/spa/pdf>
10. Ministerio de Fomento. (2019). *Documento Básico SI. Seguridad en caso de Incendio*. España: Secretaria de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SI/DccSI.pdf>
11. Ministerio de la Presidencia. (2021). *Real Decreto 235/2013*. España: Boletín Oficial del Estado.
12. Ministerio de Vivienda. (2006). *Real Decreto 314/2006*. Colegi Oficial de Geolegs de Catalunya. Obtenido de [https://colgeocat.org/wp-content/uploads/2019/01/RD3142006\\_17marzo\\_CTE.pdf](https://colgeocat.org/wp-content/uploads/2019/01/RD3142006_17marzo_CTE.pdf)
13. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2007). *Reglamento instalaciones térmicas en los edificios. Real Decreto 1027/2007*. España: Gobierno de España. Obtenido de

<https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>

14. Paladines, O. (2018). *Análisis energético de un edificio de academia y de sus instalaciones en Palma de Mallorca utilizando la herramienta informática Calenger GT*. Trabajo Fin de Master, Universidad Miguel Hernández de Elche.
15. Palella, S., & Martins, F. (2010). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL.