

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

MÁSTER EN INSTALACIONES TÉRMICAS Y
ELÉCTRICAS. EFICIENCIA ENERGÉTICA.



**“ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UN
EDIFICIO DE USO ADMINISTRATIVO
Y DE SUS INSTALACIONES EN
PIEDRAHITA (ÁVILA) UTILIZANDO
LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA
CALENER GT”**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Julio - 2016

AUTOR: JOSÉ FRANCISCO RODRÍGUEZ NOHALES

DIRECTORES: PEDRO JUAN MARTÍNEZ BELTRÁN

MANUEL JESÚS ROMERO RINCÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL TFM PRESENTADO.....	4
2. DATOS DEL ALUMNO.....	4
3. NORMATIVA APLICADA.....	4
4. CRITERIOS Y CONSIDERACIONES SEGUIDAS.....	6
4.1 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE 2013.	6
4.1.1 DEFINICIÓN DE ZONA CLIMÁTICA.	6
4.1.2 PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA Y EL CONSUMO ENERGÉTICO.....	6
4.1.3 DEMANDA ENERGÉTICA DE LOS DISTINTOS SERVICIOS TÉCNICOS DEL EDIFICIO.....	7
4.1.4 DESCRIPCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS EMPLEADOS PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL EDIFICIO.....	7
4.1.5 RENDIMIENTOS CONSIDERADOS PARA LOS DISTINTOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS DEL EDIFICIO.	9
4.1.6 FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A ENERGÍA PRIMARIA CONSIDERADOS.....	10
4.1.7 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA EL INDICADOR DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE.....	10
4.2 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2013.	12
4.2.1 DEFINICIÓN DE ZONA CLIMÁTICA.	12
4.2.2 DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA, CONSTRUCTIVA Y DE USOS DEL EDIFICIO.....	12
4.2.3 PERFIL DE USO Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS ESPACIOS HABITABLES.	16
4.2.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EMPLEADO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.	16
4.2.5 VALORES DE LA DEMANDA ENERGÉTICA Y PORCENTAJE DE AHORRO RESPECTO AL EDIFICIO DE REFERENCIA.....	16

4.2.6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS QUE DEBEN REUNIR LOS PRODUCTOS QUE SE INCORPOREN A LAS OBRAS Y SEAN RELEVANTES PARA EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO.....	17
4.3	JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PÉRDIDAS DEL ACUMULADOR DE ACS.	17
4.4	JUSTIFICACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR TÉRMICA CONSIDERADA.	18
4.4.1	CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS SEGÚN DB-HE4.....	18
4.4.2	CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR A LA PRODUCCIÓN DE ACS.	19
4.5	JUSTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.	26
4.5.1	GENERALIDADES. CRITERIOS DE DISEÑO.	26
4.5.2	LUMINARIAS PROPUESTAS.	27
4.5.3	RESUMEN DE RESULTADOS.	28
4.5.4	DETALLE DE RESULTADOS POR ESPACIO.	28
4.6	JUSTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA.....	29
4.7	PROPUESTA DE MEJORAS.	31
4.7.1	MEDIDAS DE MEJORA PLANTEADAS.....	31
4.7.2	REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.	32
4.7.3	REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.	32
5.	CONCLUSIÓN.....	34
6.	CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO.....	35
7.	ANEXO. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	36
7.1	COLECTOR SOLAR PREVISTO. BUDERUS LOGASOL 4.0S.	36
7.2	DOWNLIGHT SIMON 725 REF. 72523033-984.	37
7.3	PANTALLA SIMON 720 ADVANCE. REF. 72060040-884.	38
7.4	CALDERA VAILLANT ECOTEC PLUS VM 386/5-5.	39

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL TFM PRESENTADO.

En los últimos años, como consecuencia de la Directiva Europea 2002/91/CE y de la Directiva Europea 2010/31/UE se ha desarrollado el marco legislativo tendente a conseguir la reducción del consumo de energía de los edificios, la reducción de las emisiones de CO₂ como consecuencia de la actividad de los mismos y aumentar el aporte de energías renovables en ellos.

En línea con estas actuaciones normativas, el presente trabajo fin de máster tiene por objetivo evaluar la prestación energética de un edificio de uso administrativo y de sus instalaciones mediante la Herramienta Unificada Lider Calener y el programa Calener GT. Se pretende calcular el impacto de demanda y consumo energético del mismo, así como determinar su cumplimiento normativo en materia energética. Adicionalmente, se pretenden estudiar los efectos que tienen determinadas medidas de eficiencia energética sobre su demanda y consumos energéticos.

2. DATOS DEL ALUMNO.

Nombre y Apellidos: José Francisco Rodríguez Nohales

DNI: 48.491.941-Y

Teléfono: 646 911 932

Email: josef.rodriguez@coiirm.es

3. NORMATIVA APLICADA.

El presente documento se ha realizado mediante la aplicación de la siguiente normativa:

- Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición). Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios (derogada).

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	 UNIVERSIDAD Miguel Hernández
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Corrección de errores de la Orden FOM/1635/2013, de 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, de 17 de marzo.
- 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.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, publicada en el B.O.E. del 28 de febrero de 2008.
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. publicado en el B.O.E. del 11 de diciembre de 2009.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicada en el B.O.E. del 12 de febrero de 2010.
- Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, publicado en el B.O.E. del 18 de marzo de 2010.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicada en el B.O.E. del 25 de mayo de 2010.

- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado el 13 de abril de 2013.

- Corrección de errores Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado el 5 de septiembre de 2013.

- Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

- Norma UNE 12464.1 Norma Europea sobre la Iluminación para interiores.

4. CRITERIOS Y CONSIDERACIONES SEGUIDAS.

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE 2013.

4.1.1 DEFINICIÓN DE ZONA CLIMÁTICA.

El edificio objeto se encuentra ubicado en Piedrahita (Ávila), a una altitud de 1060msnm, por lo que la zona climática es la E1 (según el apéndice B del DB-HE1).

4.1.2 PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA Y EL CONSUMO ENERGÉTICO.

Se ha utilizado la Herramienta Unificada Lider-Calener para determinar la demanda de energía del edificio objeto-referencia y el programa Calener GT para determinar el consumo energético del edificio objeto-referencia.

4.1.3 DEMANDA ENERGÉTICA DE LOS DISTINTOS SERVICIOS TÉCNICOS DEL EDIFICIO.

A partir del programa Calener GT, se obtiene que la demanda energética de las diferentes instalaciones es:

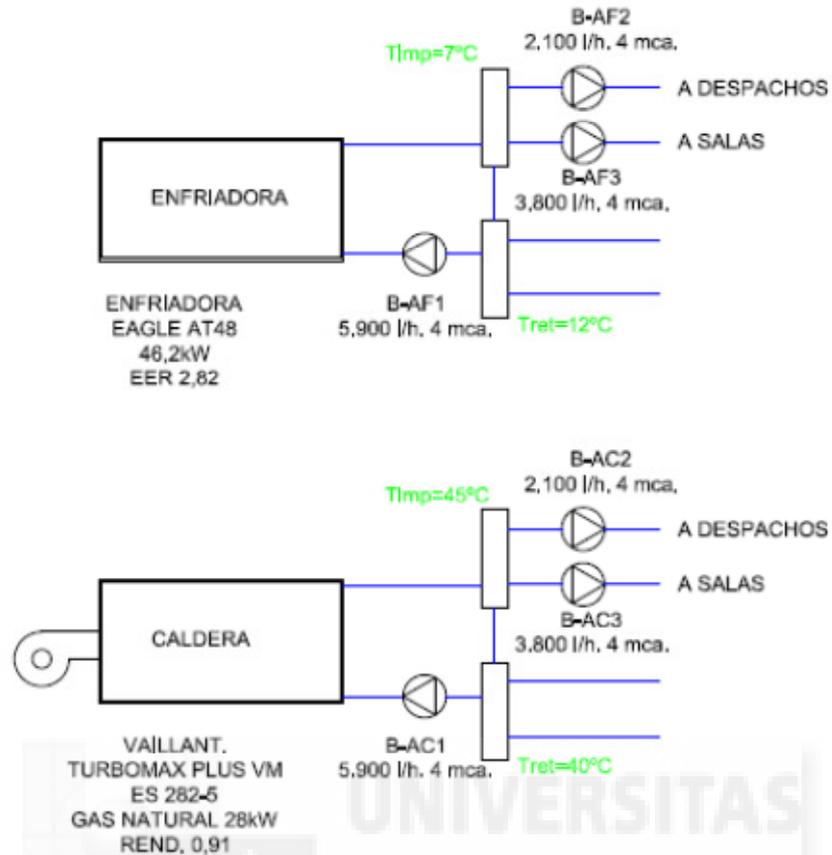
	Demanda E.F. (kWh/m²)
Climatización	192,84
Iluminación	6,36
A.C.S.	0,56
Total	199,76

4.1.4 DESCRIPCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS EMPLEADOS PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL EDIFICIO.

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

La instalación de climatización del edificio es una instalación de agua a cuatro tubos. La generación de agua fría se produce por una enfriadora aire-agua y la generación de agua caliente de calefacción mediante una caldera convencional de gas natural. En cada recinto climatizado existe un fan-coil de agua de cuatro tubos. No se cita ningún elemento de ventilación que permita introducir y extraer aire en el edificio.

A continuación se recoge el esquema de principio de la instalación con las características de los elementos:



Las características técnicas de cada fan coil son:

Recinto	Modelo	Potencia Refriger. Total (kW)	Potencia Refrig. Sens. (kW)	Potencia Calefacción (kW)	Caudal Ventilador (m3/h)	Potencia Ventilador (W)
Despacho 1 P01_E01	FWD04	3,9	3,08	4,05	800	177
Despacho 2 P01_E03	FWD04	3,9	3,08	4,05	800	177
Despacho 3 P01_E04	FWD04	3,9	3,08	4,05	800	177
Sala Grande P01_E05	FWD12	11,9	9,36	14,45	2200	530
Sala Pequeña P01_E06	FWB10A T	10,34	6,9	18,78	1200	294

La ventilación de cada estancia se calcula según la IT 1.1.4.2 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). A continuación se recogen los cálculos y consideraciones realizadas:

Recinto	Superficie (m ²)	Categoría Aire Interior	Ocupación (personas)	Ventilación (l/s por pers.)	Ventilación Total (m ³ /h)
Despacho 1 P01_E01	36	IDA-2	5	12,5	225
Despacho 2 P01_E03	40	IDA-2	6	12,5	270
Despacho 3 P01_E04	40	IDA-2	6	12,5	270
Sala Grande P01_E05	112	IDA-2	14	12,5	630
Sala Pequeña P01_E06	96	IDA-2	12	12,5	540

Con estos valores de ventilación y considerando las infiltraciones, el edificio tiene unas renovaciones del aire de 5,76 renovaciones/hora.

INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE A.C.S.

La generación de agua caliente sanitaria se realiza mediante un termo Ariston Pro ECO 100V, que tiene un volumen de acumulación de 100 litros, una resistencia de 1.500W y unas pérdidas a 65°C de 1,39 kWh/24 horas.

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO.

Se remite al lector al apartado 4.5 de Justificación de las Características de las Instalaciones de Iluminación, que es donde se han detallado las características de esta instalación.

4.1.5 RENDIMIENTOS CONSIDERADOS PARA LOS DISTINTOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS DEL EDIFICIO.

Los rendimientos de cada equipo del edificio son:

- Enfriadora. EER 2,82.

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

- Caldera. Rendimiento 0,91
- Bombas de agua. Rendimiento del motor 0,80. Rendimiento mecánico 0,77.
- Termo. Rendimiento 1.
- Fancoil FWD04. Factor transporte 0,22 W/(m3/h).
- Fancoil FWB10AT. Factor transporte 0,245 W/(m3/h)
- Fancoil FWD12. Factor transporte 0,241 W/(m3/h)

4.1.6 FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A ENERGÍA PRIMARIA CONSIDERADOS.

Los factores de conversión de Energía Final a Energía Primaria Total considerados en las simulaciones de nuestro proyecto son:

- Energía Térmica producida por Gas Natural. 1,195kWh/kWh_t
- Energía Térmica producida por solar térmica. 0 kWh/kWh_t
- Energía Eléctrica convencional: 2,368 kWh/kWh_e

Los factores de conversión de Energía Final a Energía Primaria No Renovable considerados en las simulaciones de nuestro proyecto son:

- Energía Térmica producida por Gas Natural. 1,190kWh/kWh_t
- Energía Térmica producida por solar térmica. 0 kWh/kWh_t
- Energía Eléctrica convencional: 1,954 kWh/kWh_e

4.1.7 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA EL INDICADOR DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE.

El documento DB-HE0 de Limitación del Consumo Energético establece en su apartado 2.2.2, de Edificios nuevos de otros usos, que la calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio 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 Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.

Por ello, debemos obtener la calificación de energía primaria del edificio. Para ello, se ha utilizado el programa Calener GT. Se han obtenido los siguientes indicadores energéticos anuales y calificación de este programa:

Concepto	EF orig.	EF mod.	EF ref.	EP orig.	EP mod.	EP ref.	EM orig.	EM mod.	EM ref.
Climatización	192.84	192.84	216.77	301.29	301.29	359.24	61.38	61.38	94.75
Iluminación	6.36	6.36	26.29	11.65	11.65	51.37	1.98	1.98	8.70
A.C.S.	0.56	0.56	1.88	1.02	1.02	3.68	0.17	0.17	0.62
Total	199.75	199.75	244.95	313.95	313.95	310.76	63.53	63.53	76.75

EF: Energía final (kW-h/m²), EP: Energía primaria (kW-h/m²), EM: Emisiones CO₂ (kg CO₂/m²)
orig: original, mod: modificado, ref: referencia, la superficie utilizada es la suma de la acondicionada y la no condicionada

Calificación en emisiones:

Original: **C** IEE = 0.828

Modificada: **C** IEE = 0.828

Calificación en energía primaria no renovable:

Original: **D** IEE = 1.010

Modificada: **D** IEE = 1.010



Etiqueta original

Etiqueta modificada

IEE: Indicador de eficiencia energética = EM / EM ref.

Se observa que los resultados de indicadores energéticos del edificio de referencia hay un error en la suma de toda la energía primaria consumida de las diferentes instalaciones. La suma de la energía primaria de las diferentes instalaciones del edificio de referencia es 414,29kWh/m², en lugar del valor que se indica de 310,76kWh/m². Por ello, vamos a calcular manualmente la calificación.

Para determinar la calificación del edificio, se tiene que calcular el índice de calificación. Este índice de calificación viene dado por la siguiente expresión:

$$C = \frac{I_{Ep,objeto}}{I_{Ep,referencia}}$$

...donde:

- $I_{Ep,objeto}$ es el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio objeto (a certificar) por unidad de superficie.
- $I_{Ep,referencia}$ es el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio de referencia por unidad de superficie.

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

A partir de los datos de Calener GT, se obtiene el índice de calificación de energía primaria:

$$C = \frac{313,95}{414,29} = 0,758$$

Este valor supone una calificación del edificio como **clase C**, puesto que el valor está entre 0,65 y 1. Por tanto, **el edificio no tiene una calificación de consumo de energía primaria clase B, por lo que no cumple los requerimientos del DB-HE0** de limitación del consumo energético. Habría que modificar las instalaciones o su operación para poder garantizar el cumplimiento del DB-HE0.

4.2 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2013.

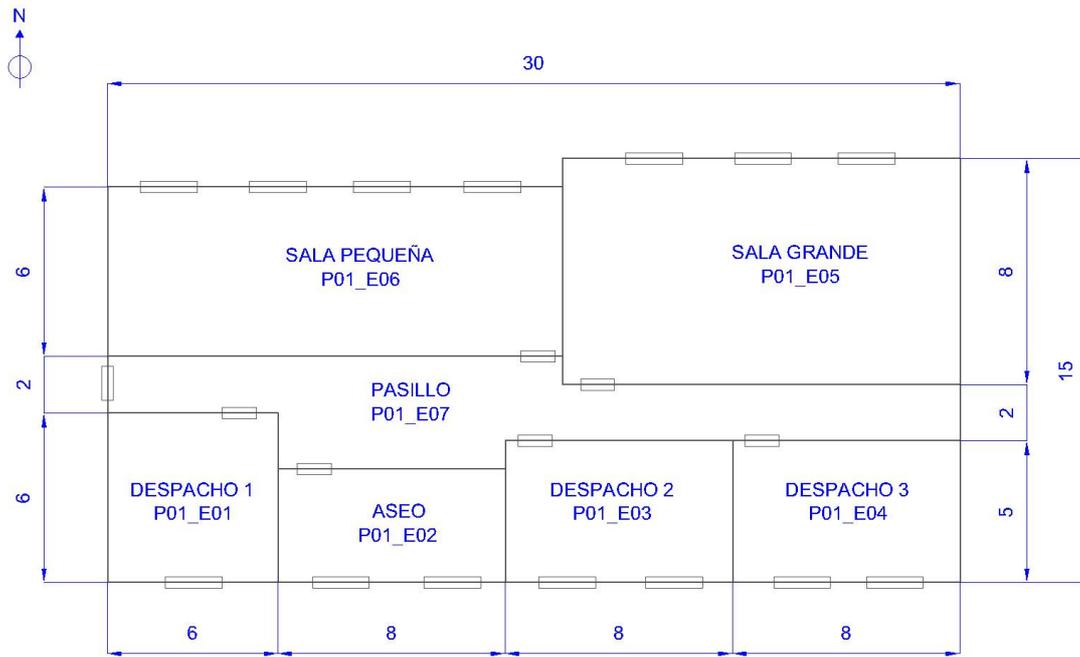
4.2.1 DEFINICIÓN DE ZONA CLIMÁTICA.

El edificio objeto se encuentra ubicado en Piedrahita (Ávila), a una altitud de 1060msnm, por lo que la zona climática es la E1 (según el apéndice B del DB-HE1).

4.2.2 DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA, CONSTRUCTIVA Y DE USOS DEL EDIFICIO.

DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA. ORIENTACIÓN.

El edificio tiene una de sus fachadas con orientación norte. Tiene una superficie de 434m² con la siguiente distribución de espacios en planta:



DISTRIBUCIÓN Y USOS DE LOS ESPACIOS.

El edificio tiene uso administrativo. Todos los espacios se destinan a la actividad principal del edificio, salvo los aseos y el pasillo.

DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.

Las soluciones constructivas del modelo son las siguientes:

Cubierta plana	Plaqueta o baldosa cerámica 2cm Mortero de cemento 1cm XPS poliestireno extruido 0,034 W/m-K espesor a determinar por el alumno Impermeabilización betún 0,003cm Mortero de cemento 1cm Hormigón en masa 2cm Forjado unidireccional hormigón 30cm Cámara de aire 20cm (plenum). Enlucido de yeso 1,5cm
Suelo	Plaqueta o baldosa cerámica 2cm Mortero de cemento 2cm EPS poliestireno expandido 0,037 W/m-K espesor a determinar por el alumno Hormigón armado 20cm
Fachada	½ pie LM Mortero de cemento 1cm EPS poliestireno expandido 0,037 W/m-K espesor a determinar por el alumno LH doble 7cm Enlucido de yeso 1,5cm
Tabique	Enlucido de yeso 1,5cm LH doble 7cm Enlucido de yeso 1,5cm

Los espesores de aislante de la cubierta plana, del suelo y de la fachada se han predimensionado inicialmente con los valores límites de transmitancia térmica especificados en el apartado 2.2.1.2 de Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado del DB-HE1. En concreto, se ha verificado las siguientes premisas:

- Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno. Para la zona climática E: 0,55 W/m²K. En nuestro proyecto tenemos dos cerramientos con esta disposición:
 - En el suelo se ha previsto un espesor de 6cm de EPS que nos da una transmitancia de 0,53W/m²K.
 - En la fachada se ha previsto un espesor de 6cm de EPS, que nos da una transmitancia del cerramiento de 0,48W/m²K.
- Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire. Para la zona climática E: 0,35 W/m²K. En la cubierta plana se ha previsto un espesor de 8cm de EPS, que nos da una transmitancia del cerramiento de 0,34W/m²K.

Los huecos están previstos con las siguientes características:

- Ventanas de PVC de 3 cámaras con un porcentaje de marco del 20% y vidrio 4-12-4. Clase de permeabilidad 3, que supone un valor menor o igual a 9m³/hm².
- Puerta de PVC de 3 cámaras con un porcentaje de marco del 40% y vidrio 4-12-4.

Del programa Calumen se obtiene que el vidrio considerado tiene una transmitancia térmica de 2,8W/(m²K), un factor solar de 0,78 y una transmitancia luminosa (TL, transmisividad visible) del 82%.

En relación a la absorptividad solar de la cara exterior de los cerramientos, como la cubierta y las fachadas son de ladrillo, se ha adoptado un valor de 0,74 correspondiente al color rojo.

PUNTES TÉRMICOS

Las características y dimensiones de los puentes térmicos existentes en el edificio son las siguientes:

Encuentro	Longitud (m)	Descripción
Fachada-Frente forjado	0	No se dispone.
Fachada-cubierta	90	Cubiertas Planas sin continuidad en el aislamiento de fachada y el de cubierta
Esquinas exteriores de fachadas	16	Esquinas salientes
Esquinas interiores de fachadas	3,2	
Forjado Inferior contacto con aire	0	No se dispone.
Fachada - alfeizar de huecos	28	Continuidad entre el aislamiento del muro y carpintería
Fachada - dintel de huecos	29,2	Continuidad entre el aislamiento del muro y carpintería
Fachada - jambas de huecos	46	Continuidad entre el aislamiento del muro y carpintería
Fachada con pilares	1	
Fachada con suelo contra el terreno	88,8	Muros con aislamiento pero sin continuidad entre el aislamiento de la solera

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

4.2.3 PERFIL DE USO Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS ESPACIOS HABITABLES.

El edificio tiene un uso administrativo, con una actividad diaria de 8 horas, de lunes a viernes de 9.00h a 14.00h y de 16.00h a 19.00h. Los sábados, domingos y todo el mes de agosto de vacaciones no tiene actividad.

Todos los espacios destinados a la actividad principal (despachos, sala grande y sala pequeña) están acondicionados. Los aseos y el pasillo no están acondicionados.

Se ha considerado que la carga interna del edificio es alta (en torno a 10W/m²).

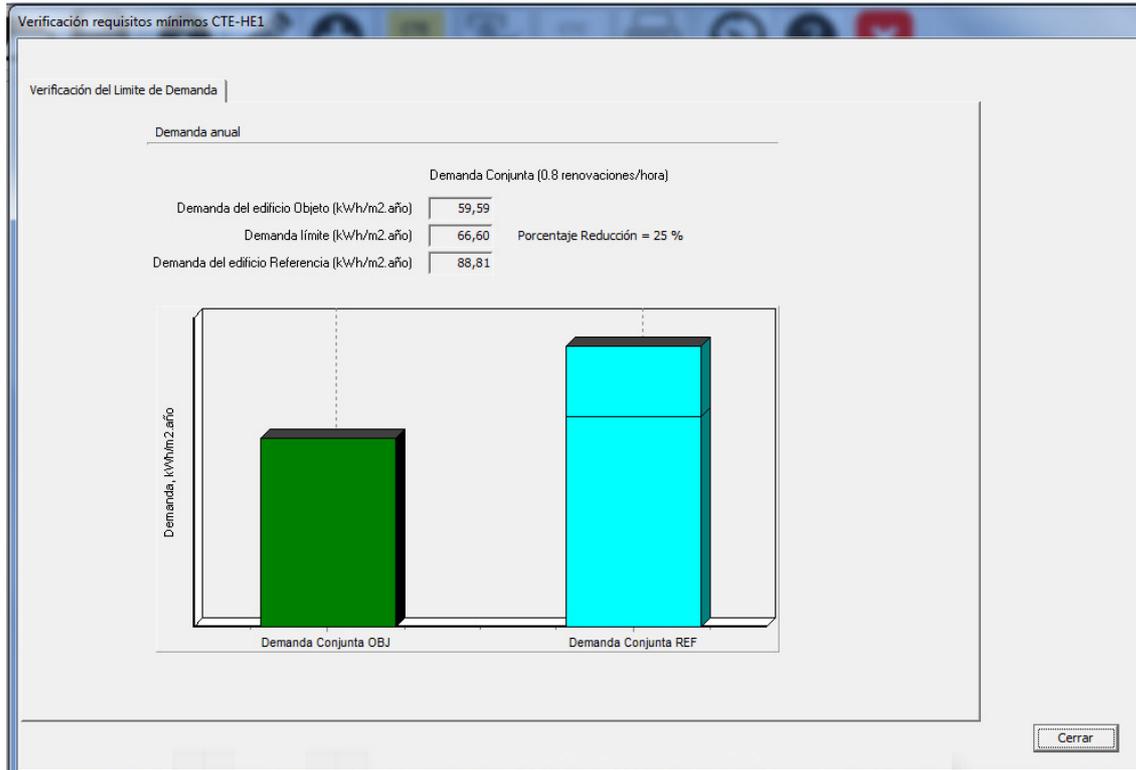
4.2.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EMPLEADO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA.

Se ha utilizado la Herramienta Unificada Lider Calener (HULC) para la verificación de la exigencia de la Limitación de la Demanda Energética.

4.2.5 VALORES DE LA DEMANDA ENERGÉTICA Y PORCENTAJE DE AHORRO RESPECTO AL EDIFICIO DE REFERENCIA.

La demanda anual del edificio objeto es de 59,59 kWh/m², mientras que la demanda anual del edificio de referencia es de 88,81 kWh/m². Esto supone que el edificio objeto supone un **ahorro de la demanda energética del 32,9%** con respecto al edificio de referencia. Como el edificio se encuentra en zona climática de verano 1, según el DB-HE1 el porcentaje de ahorro **mínimo necesario es del 25%**, por lo que se verifica el cumplimiento de la limitación de demanda energética.

A continuación se recogen los resultados gráficos de la HULC:



4.2.6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS QUE DEBEN REUNIR LOS PRODUCTOS QUE SE INCORPOREN A LAS OBRAS Y SEAN RELEVANTES PARA EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO.

Los productos que se incorporen a las obras cumplirán las características mínimas especificadas en la descripción de los cerramientos efectuada en el apartado 4.2.2. En especial se garantizarán los espesores mínimos de aislamiento especificados en ese apartado.

4.3 JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PÉRDIDAS DEL ACUMULADOR DE ACS.

El coeficiente de pérdidas energéticas del acumulador de ACS se calcula a partir de la expresión de la transferencia de calor por unidad de tiempo:

$$P = U \cdot A \cdot \Delta T$$

...donde:

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	 UNIVERSIDAD Miguel Hernández
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- P es la transferencia de calor por unidad de tiempo por conducción y convección (W).
- U es el coeficiente global de transmisión de calor (W/m²K).
- A es la superficie del depósito (m²).
- ΔT es la diferencia de temperaturas entre el exterior del depósito y el agua almacenada en el interior.

El valor del coeficiente de pérdidas que hay que facilitar a Calener GT para definir las pérdidas en el depósito es el valor U*A en W/K del depósito:

$$U \cdot A = \frac{P}{\Delta T} = \frac{P}{T_{INT} - T_{EXT}} = \frac{1,39 \text{ kWh} \cdot 1000 / 24h}{65 - 20} = 1,287 \text{ W / K}$$

Se ha utilizado la temperatura interior de 65°C, aunque en nuestro depósito habrá agua a 60°C normalmente, puesto que las pérdidas de energía que nos aporta las características técnicas del equipo nos indica que han sido producidas con esa temperatura de agua interior.

4.4 JUSTIFICACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR TÉRMICA CONSIDERADA.

4.4.1 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS SEGÚN DB-HE4.

La cobertura mínima que debe tener el edificio viene determinada en el Código Técnico de la Edificación, en el documento DB-HE4 de Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

En primer lugar, se ha determinado la zona climática del edificio. El "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT" indica que Ávila tiene una Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal de 4,63 kWh/(m²*dia). En el apartado 4.2 del DB-HE4, se determina que Ávila está en la zona climática IV, puesto que su radiación solar global media diaria anual está entre 4,6kWh/m² y entre 5,0kWh/m².

A partir de las diferentes superficies de cada espacio, se ha estimado que la ocupación prevista en el edificio es de 43 personas. La distribución de ocupación por espacio es la siguiente:

Recinto	Superficie (m2)	Ocupación (personas)
Despacho 1 P01_E01	36	5
Despacho 2 P01_E03	40	6
Despacho 3 P01_E04	40	6
Sala Grande P01_E05	112	14
Sala Pequeña P01_E06	96	12
Pasillo P01_E07	78	0
Aseos P01_E02	32	0
TOTAL	434	43

En el apartado 4.1 del DB-HE4, se establece que para el cálculo de la demanda de ACS del edificio, la demanda de referencia a 60°C de ACS en edificios de oficinas es de 2 litros por persona. Con ello, se llega a que la demanda diaria total del edificio es de 86 litros/día.

Entrando en la tabla 2.1 del DB-HE4 de Contribución solar mínima anual para ACS, con los valores de zona IV y demanda total de 83 l/día, se determina que la contribución solar mínima anual para ACS es del 50%.

4.4.2 CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR A LA PRODUCCIÓN DE ACS.

Para calcular la cobertura solar aportada por la instalación de energía solar térmica, se ha utilizado el método F-Chart.

La instalación solar se ha considerado la utilización del colector solar marca Buderus, modelo Logasol SKN 4.0s. Estos módulos se caracterizan por ser un colector solar de alto rendimiento, con una cámara herméticamente cerrada de material o composite llenada con gas argón, absorbedor tipo arpa, recubrimiento altamente selectivo Tinos y cristal solar con alta transmisividad. Las características básicas son:

- Área apertura: 2,25m²
- Área absorción: 2,18m²
- Área total: 2,4m²
- Volumen absorbedor: 0,94 l
- Dimensiones: 1.175 x 2.017 x 87mm
- Presión máxima: 6 bar
- Peso en vacío: 40kg
- Coeficiente Ganancia: 0,766
- Coeficiente de pérdidas: 3,216 W/(m²*°C)
- Caudal Nominal: 50 kg/h
- Ángulo de inclinación de estructura: 40°
- Orientación: Sur perfecto.

Se remite al lector al Anexo, apartado 7.1, para un mayor detalle de las características técnicas del colector solar.

En la aplicación del método del F-Chart, se ha tenido en cuenta que en esta metodología la curva de rendimiento de los captadores está definida según la temperatura de entrada, mientras que los datos aportados por los fabricantes este rendimiento está dado según la temperatura media. Se ha calculado los valores del factor óptico y del factor de pérdidas considerando la temperatura de entrada:

$$K = \frac{\frac{50 \text{ kg/h}}{3600 \cdot 2,25} \cdot 4,18 \cdot 10^3}{\frac{50}{3600 \cdot 2,25} \cdot 4,18 \cdot 10^3 - \frac{3,216}{2}} = 1,066$$

$$\eta_{Opt_{Te}} = \eta_{Opt_{Tm}} \cdot K = 1,066 \cdot 0,766 = 0,8166$$

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

$$U_{Te} = U_{Te} \cdot K = 3,216 \cdot 1,066 = 3,428$$

Con ello, la curva de rendimiento del captador según la temperatura de entrada del agua queda:

$$\eta = 0,8166 - 3,428 \frac{T_e - T_a}{Gb}$$

Se ha considerado que no existen pérdidas de energía por sombreamientos.

A continuación se recogen todos los cálculos con el método F-Chart, con los que se obtienen una cobertura solar del 89,15% de las necesidades de ACS del edificio. La instalación solar necesaria consiste básicamente en un colector solar Buderus Logasol SKN 4.0 y un depósito de acumulación solar de 150 litros.

PRODUCCIÓN DE A.C.S. MEDIANTE ENERGÍA SOLAR

Instalación:	Edificio Administrativo		
Provincia:	Avila	Altitud [m]:	1126
Localidad:	Piedrahita	Altitud [m]:	1060
Latitud [°]:	40,7	Az [m]:	-66
Zona climatica	4	CSA _{MIN}	50

DATOS CLIMATOLÓGICOS

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
T ^a . Ambiente capital [°C]:	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
T ^a . Ambiente localidad [°C]:	4,66	5,66	8,66	11,33	14,33	18,33	22,33	22,33	18,33	13,66	8,66	5,66	12,8
T ^a . media agua red [°C]:	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10,4
Rad. horiz. [MJ/m ² ·día]:	7,668	11,016	15,984	19,62	22,14	26,316	27,792	23,976	18,612	12,132	8,244	6,516	16,7
Rad. inclin. [MJ/m ² ·día]:	13,48	16,37	19,74	20,15	20,14	22,55	24,36	23,51	21,69	16,87	13,62	11,76	18,7

DATOS RELATIVOS A LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS

Consumo de agua a máxima ocupación a 60 °C[L/día]:	86
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
Correccion 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: $r = 0,8166 - 3,428 * (t_e - t_a) / I_t$

- t_e : Temperatura de entrada del fluido al captador
- t_a : Temperatura media ambiente
- I_t : Radiación en [W/m²]

Factor de eficiencia del captador: 0,8166
 Coeficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]: 3,428
 Relación acumulación/ área captacion [L/m²]: 67

CÁLCULO DEMANDA ENERGÉTICA

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Consumo de agua [m ³]:	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,4
Incremento T ^a . [°C]:	54,0	54,0	53,0	51,0	49,0	46,0	43,0	44,0	46,0	49,0	52,0	54,0	
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	144	130	141	132	131	119	115	117	119	131	134	144	1556
Ener. Nec. [MJ]:	603	544	592	551	547	497	480	491	497	547	562	603	6513

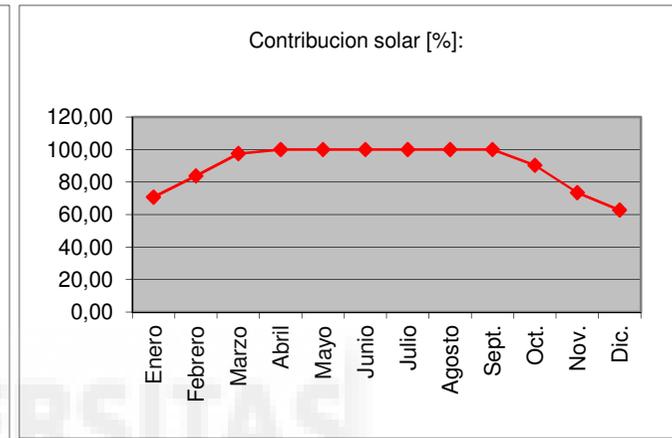
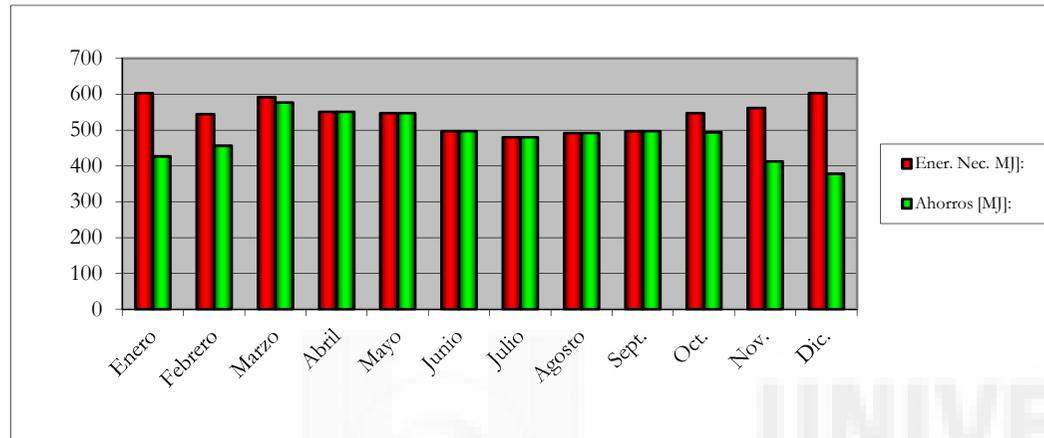
DE SALIDA

Area efectiva captación [m2]:	2,25
Número de captadores:	1
Area captadores [m ²]:	2,25
Inclinación [°]:	40
Volumen de acumulación [L]:	150

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. MJ]:	603	544	592	551	547	497	480	491	497	547	562	603	6513
Ahorros [MJ]:	426	456	577	551	547	497	480	491	497	494	413	378	5806
Contribucion solar [%]:	70,75	83,76	97,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	90,26	73,46	62,68	89,15
	70,75	83,76	97,50	100,49	102,12	111,05	116,85	115,17	108,82	90,26	73,46	62,68	
Ener. interceptada [MJ]:	940	1032	1377	1360	1404	1522	1699	1640	1464	1176	920	821	15356
Rendimiento instalación:	45,35	44,21	41,89	40,51	38,95	32,64	28,25	29,95	33,94	41,96	44,87	46,05	39,05

MÉTODO F-CHART

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual	AI
N	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	0,96
Factor adimensional	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74		CI
Ea (MJ)	700	768	1025	1013	1046	1134	1265	1221	1090	876	685	611		0,95
D1	1,16	1,41	1,73	1,84	1,91	2,28	2,64	2,49	2,19	1,60	1,22	1,01		
K1	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03		66,67
K2	1,00	0,99	0,99	1,03	1,07	1,15	1,24	1,19	1,15	1,09	1,03	0,99		
Ep	1946	1715	1836	1792	1867	1852	1960	1882	1852	1914	1853	1899		
D2	3,23	3,15	3,10	3,25	3,41	3,73	4,08	3,83	3,73	3,50	3,30	3,15		
F	0,707	0,838	0,975	1,005	1,021	1,111	1,168	1,152	1,088	0,903	0,735	0,627		



4.5 JUSTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.

4.5.1 GENERALIDADES. CRITERIOS DE DISEÑO.

La instalación de iluminación se ha planteado garantizando tres premisas principales de diseño:

- Se deben alcanzar los niveles mínimos de iluminación según el uso de cada espacio, especificados en la norma UNE EN 12464-1 Norma Europea sobre la iluminación para interiores.
- El Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) no puede superar el VEEI límite especificado en la tabla 2.1 del DB-HE3 de Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.
- La instalación global de iluminación debe tener una potencia máxima instalada inferior a la especificada en la tabla 2.2 del DB-HE3. En concreto, para un uso del edificio administrativo, la potencia máxima instalada por unidad de superficie debe ser inferior a 12W/m².

Los valores de diseño de nivel de iluminación y VEEI por cada espacio son:

Recinto	Nivel de Iluminación Requerido (lux)	VEEI máximo (W/m²*100lux)
Despacho 1 P01_E01	500	3,0
Despacho 2 P01_E03	500	3,0
Despacho 3 P01_E04	500	3,0
Sala Grande P01_E05	500	3,0
Sala Pequeña P01_E06	500	3,0
Pasillo P01_E07	100	4,0
Aseos P01_E02	200	4,0

Adicionalmente, se ha considerado otros criterios interesantes que marca la norma UNE EN 12464-1:

- El índice de rendimiento de color (Ra, IRC o CRI) de las luminarias será superior al requerido en cada espacio. En los despachos y salas se requiere según la norma citada anteriormente un Ra de 80. Las luminarias previstas en esos espacios tienen un Ra de 82. Aunque en los baños y pasillo no es determinante la reproducción cromática, el downlight previsto tiene un Ra de 80.

- El índice de deslumbramiento UGR deberá ser inferior al requerido en cada espacio. En el caso de los despachos y salas se debe tener un UGR igual o inferior a 19. Las pantallas previstas tienen el conjunto LED retranqueado sobre la superficie de la luminaria, para reducir el deslumbramiento y para poder alcanzar un UGR igual o inferior a 19.

Los cálculos lumínicos de las diferentes zonas se han realizado con Dialux 4.12.

4.5.2 LUMINARIAS PROPUESTAS.

La instalación de iluminación del edificio propuesto se ha planteado con las siguientes luminarias según el espacio a iluminar:

- Despachos y Salas. Se ha previsto la utilización de una pantalla LED empotrada en el falso techo de 60x60cm, marca SIMON, modelo 720 Advance, con referencia 72060040-884, con un flujo luminoso de 4.100lm, potencia eléctrica de 34W, translúcida y con temperatura de color de 4.000K.

- Pasillo y aseos. Se ha previsto la utilización de un downlight LED empotrado en el falso techo, marca SIMON, modelo 725, con referencia 72523033-984, con flujo luminoso de 1.300lm, potencia de 14W, ángulo de apertura de 120° y temperatura de color de 3.900K.

4.5.3 RESUMEN DE RESULTADOS.

A continuación se recoge el resumen de resultados por cada recinto:

Recinto	Potencia Instalada (W/m²)	Iluminancia Media Em (lux)	VEEI Objeto (W/m²*100lux)	VEEI máximo (W/m²*100lux)
Despacho 1 P01_E01	7,56	633	1,19	3,0
Despacho 2 P01_E03	6,8	584	1,21	3,0
Despacho 3 P01_E04	6,8	562	1,21	3,0
Sala Grande P01_E05	6,07	548	1,11	3,0
Sala Pequeña P01_E06	6,38	563	1,13	3,0
Pasillo P01_E07	2,15	131	1,64	4,0
Aseos P01_E02	3,5	208	1,68	4,0

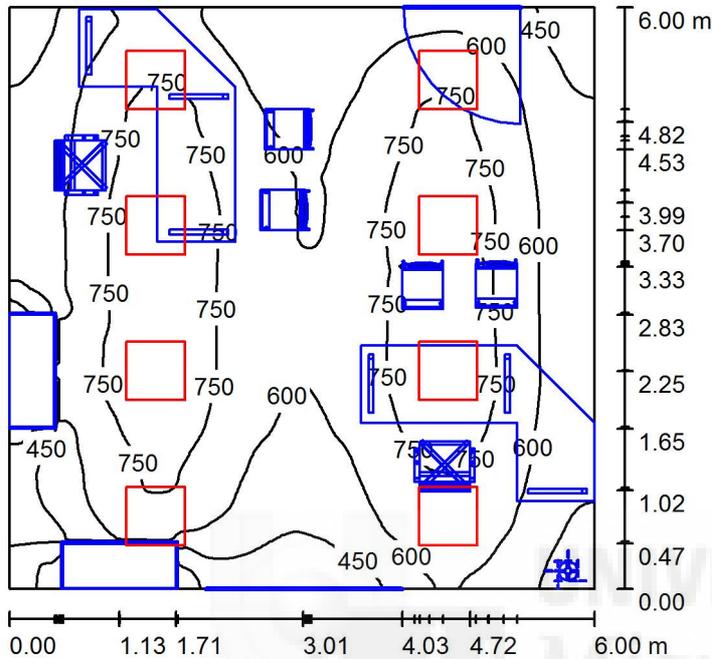
Por otro lado, la potencia total instalada en el edificio es de 2.388W, que supone una potencia por superficie de 5,5 W/m², que es inferior al requerimiento establecido en la tabla 2.2 del DB-HE3 de que la potencia máxima de iluminación en edificios de uso administrativo no supere los 12W/m².

4.5.4 DETALLE DE RESULTADOS POR ESPACIO.

A continuación se recogen las hojas de resultados por cada espacio obtenidas con el programa Dialux 4.12.

Proyecto elaborado por JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Despacho 1 / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.650 m

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	633	106	844	0.167
Suelo	20	426	40	655	0.093
Techo	69	160	81	400	0.504
Paredes (4)	78	267	12	863	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

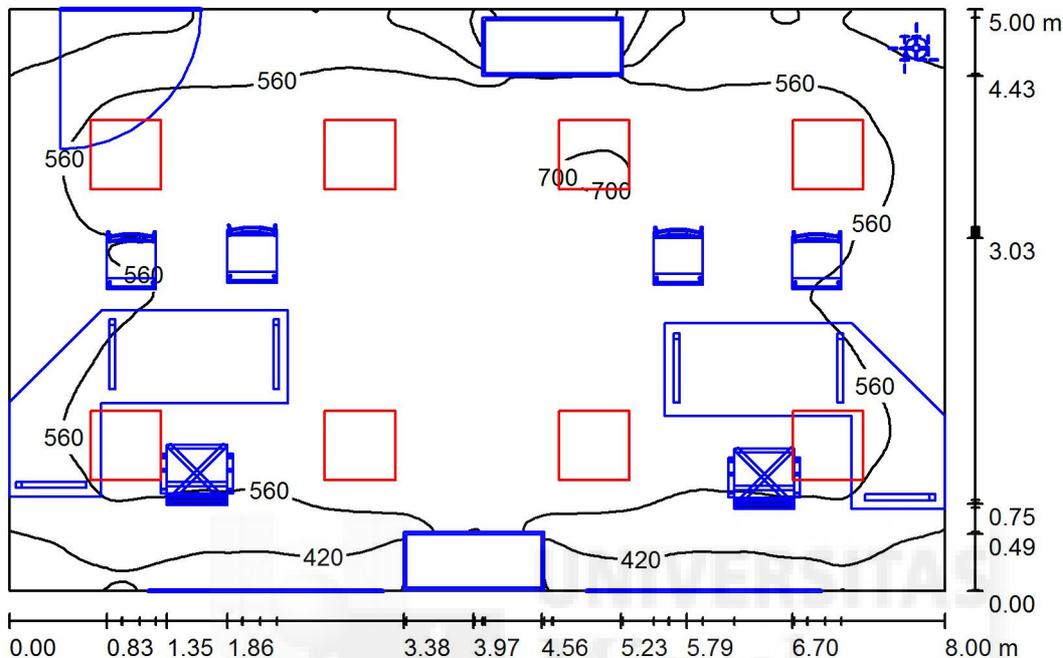
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72060040-884 Luminaria 720 Modular Advance M4 60x60 NW (1.000)	4100	4100	34.0
			Total: 32800	Total: 32800	272.0

Valor de eficiencia energética: $7.56 \text{ W/m}^2 = 1.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 36.00 m^2)

Proyecto elaborado por JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho 2 / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.699 m

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	564	49	710	0.086
Suelo	20	396	38	583	0.097
Techo	69	147	103	210	0.699
Paredes (4)	78	251	48	461	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

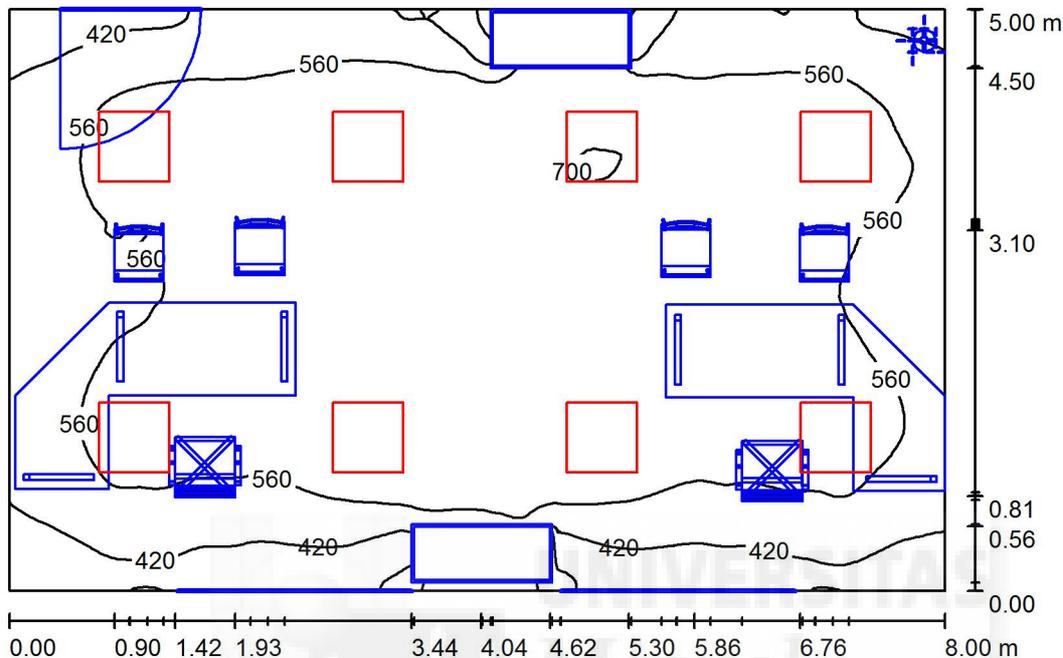
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72060040-884 Luminaria 720 Modular Advance M4 60x60 NW (1.000)	4100	4100	34.0
			Total: 32800	Total: 32800	272.0

Valor de eficiencia energética: $6.80 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 40.00 m^2)

Proyecto elaborado por JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES
Teléfono
Fax
e-Mail

Despacho 3 / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.699 m

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	562	55	706	0.098
Suelo	20	393	36	582	0.093
Techo	69	142	77	214	0.540
Paredes (4)	78	250	46	501	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

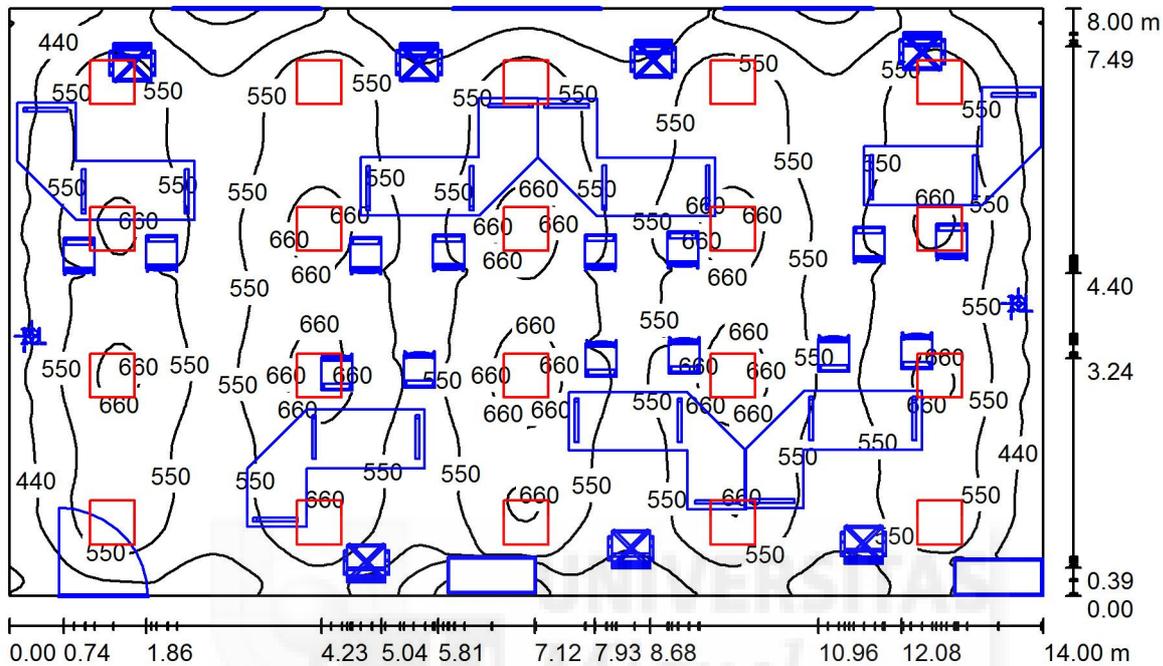
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72060040-884 Luminaria 720 Modular Advance M4 60x60 NW (1.000)	4100	4100	34.0
			Total: 32800	Total: 32800	272.0

Valor de eficiencia energética: $6.80 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 40.00 m^2)

Proyecto elaborado por JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Sala Grande / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.615 m

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	548	210	717	0.384
Suelo	20	391	19	584	0.049
Techo	69	128	86	226	0.675
Paredes (4)	78	232	20	463	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

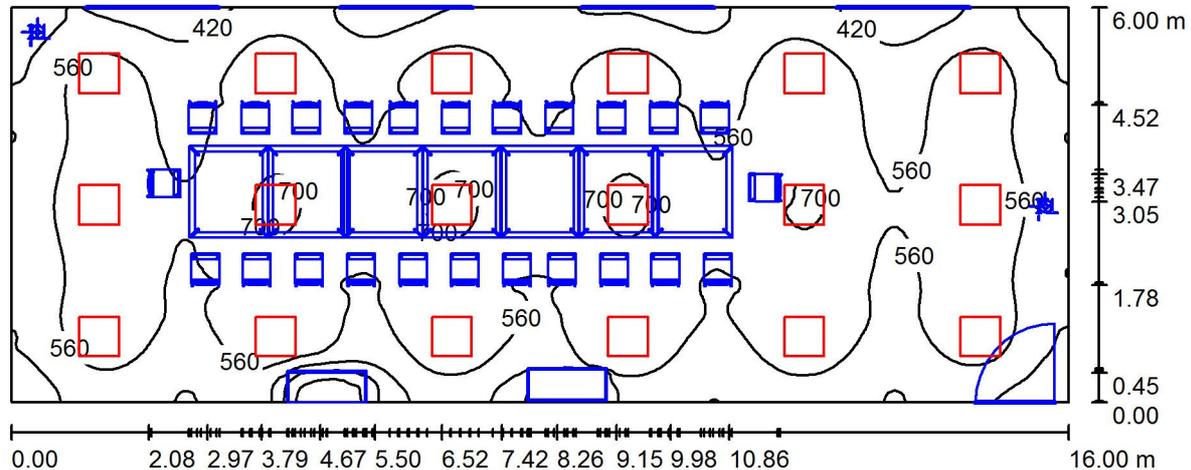
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	SIMON 72060040-884 Luminaria 720 Modular Advance M4 60x60 NW (1.000)	4100	4100	34.0
			Total: 82000	Total: 82000	680.0

Valor de eficiencia energética: $6.07 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 112.00 m^2)

Proyecto elaborado por JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Pequeña / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.615 m

Valores en Lux, Escala 1:115

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	563	54	741	0.096
Suelo	20	402	31	591	0.077
Techo	69	143	85	201	0.591
Paredes (4)	78	262	45	469	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

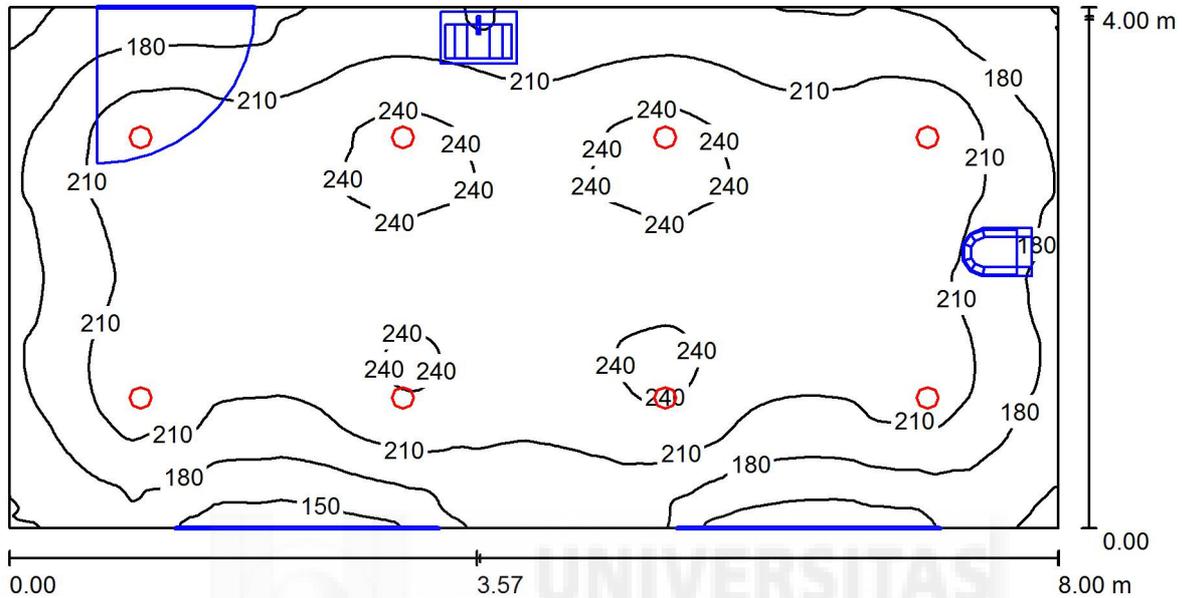
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	SIMON 72060040-884 Luminaria 720 Modular Advance M4 60x60 NW (1.000)	4100	4100	34.0
			Total: 73800	Total: 73800	612.0

Valor de eficiencia energética: $6.38 \text{ W/m}^2 = 1.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 96.00 m^2)

Proyecto elaborado por JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Aseo / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.650 m

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	208	135	252	0.649
Suelo	20	178	63	208	0.354
Techo	69	62	46	84	0.736
Paredes (4)	78	117	43	173	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

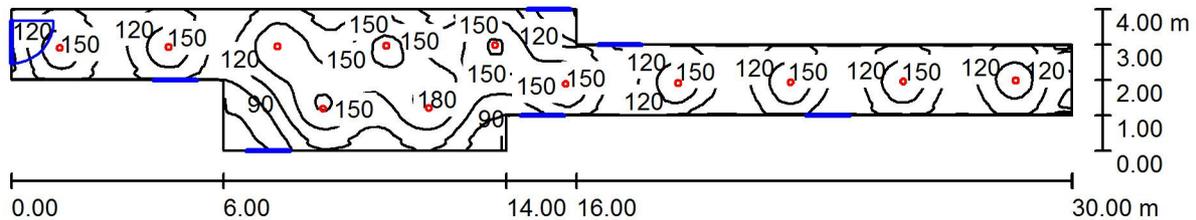
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	SIMON 72523033-984 Downlight 725.23 empotrado NW Advance GENERAL Aluminio (1.000)	1300	1300	14.0
Total:			10400	10400	112.0

Valor de eficiencia energética: $3.50 \text{ W/m}^2 = 1.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.00 m^2)

Proyecto elaborado por JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo / Output en hoja simple



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.650 m

Valores en Lux, Escala 1:215

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	131	50	192	0.381
Suelo	20	112	61	146	0.544
Techo	69	43	29	68	0.667
Paredes (10)	78	75	34	159	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	SIMON 72523033-984 Downlight 725.23 empotrado NW Advance GENERAL Aluminio (1.000)	1300	1300	14.0
			Total: 15600	Total: 15600	168.0

Valor de eficiencia energética: $2.15 \text{ W/m}^2 = 1.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 78.00 m^2)

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

4.6 JUSTIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA.

La instalación de energía solar fotovoltaica del edificio consta de las siguientes características:

- 4 módulos fotovoltaicos de 250Wp cada uno.
- Orientación sur sin sombras de ningún tipo.
- Inclinación óptima según la latitud de localización del edificio.

Con el programa PVGIS se ha determinado que la inclinación óptima para maximizar la producción en el emplazamiento que nos ocupa es de 33°.

Se ha utilizado el programa PVGIS para estimar la producción anual, de acuerdo con lo propuesto en el enunciado de este trabajo. Se han definido en el programa las características del emplazamiento, así como se ha estimado unas pérdidas de energía en el inversor y en el cableado del 12% (inversor 8%, cableado C.C. 2% y cableado C.A. 2%).

La simulación de PVGIS para esta instalación ha determinado que la **producción anual** es de **1.440kWh**. El detalle de resultados del programa se adjuntan a continuación:

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 40°27'54" North, 5°19'37" West, Elevation: 1066 m a.s.l.,
 Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1,0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 9,0% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2,6%

Other losses (cables, inverter etc.): 12,0%

Combined PV system losses: 22,0%

Fixed system: inclination=33 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	2,40	74,3	2,88	89,3
Feb	3,11	87,0	3,79	106
Mar	4,05	126	5,08	158
Apr	4,13	124	5,26	158
May	4,51	140	5,87	182
Jun	5,10	153	6,80	204
Jul	5,54	172	7,45	231
Aug	5,26	163	7,06	219
Sep	4,56	137	5,97	179
Oct	3,78	117	4,75	147
Nov	2,62	78,7	3,19	95,8
Dec	2,37	73,4	2,84	88,2
Year	3,96	120	5,09	155
Total for year		1440		1860

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

4.7 PROPUESTA DE MEJORAS.

4.7.1 MEDIDAS DE MEJORA PLANTEADAS.

Al objeto de reducir la demanda energética y el consumo de energía en el edificio, se plantean a continuación diferentes medidas de mejora al edificio y sus instalaciones.

En relación a la reducción de la demanda energética, se propone el incremento del espesor de aislante en los diferentes cerramientos exteriores. En concreto, se propone aumentar en 2 cm el aislante en cada uno de los cerramientos. Con esta medida se alcanza la siguiente situación:

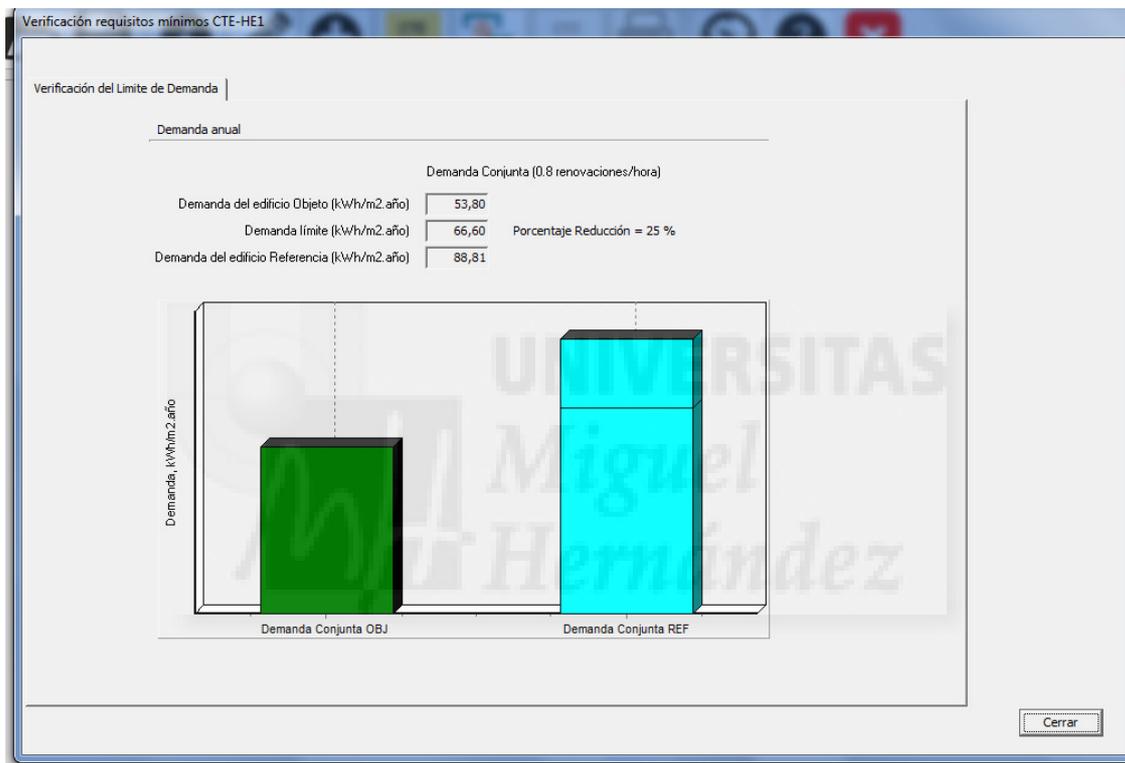
- Cubierta plana. Se incrementa el espesor de XPS poliestireno extruido de 0,034W/mK de 8cm a 10cm. Con ello, la transmitancia pasa de un valor de 0,34 W/(m²K) a un valor de 0,28 W/(m²K).
- Suelo. Se incrementa el espesor de EPS poliestireno expandido 0,037W(mK) de 6cm a 8cm. Con ello, la transmitancia se reduce desde 0,53 W/(m²K) a 0,41 W/(m²K).
- Fachada. Se incrementa el espesor de EPS poliestireno expandido 0,037W(mK) de 6cm a 8cm. Con ello, la transmitancia se reduce desde 0,48 W/(m²K) a 0,38 W/(m²K).

En relación a la reducción del consumo energético, es importante resaltar que la mayor demanda energética del edificio la representa la calefacción. Además, la climatización es la instalación técnica del edificio más ineficiente, puesto que tiene una calificación de clase C, mientras que alumbrado y ACS tienen una calificación de clase A. Por estos dos motivos, se propone la sustitución de la caldera estanca mural convencional Vaillant turboMAX plus VM 282-5 de 28kW y rendimiento nominal de 0,91. La caldera propuesta a instalar en su lugar es una caldera de condensación Vaillant EcoTEC plus VM 386/5-5, con una potencia de 35kW y un rendimiento nominal del 98%. Se ha tenido que aumentar la potencia nominal propuesta, puesto que no existe en este modelo caldera intermedia entre 25kW y 35kW.

4.7.2 REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

Con la adopción de la medida de aumento del espesor de aislamiento en los cerramientos, se consigue reducir la demanda energética del edificio de 59,59 kWh/m² a 53,80 kWh/m², que supone una reducción del 9,7% de la demanda energética. Con ello, el edificio objeto alcanza una demanda inferior al edificio de referencia del 39,3%.

A continuación, se recogen los resultados obtenidos por la HULC:



4.7.3 REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

Con la sustitución planteada de la caldera de calefacción, se consigue reducir la energía final consumida por el edificio. Los resultados que aporta Calener GT que incluyen las dos medidas propuestas son:

Concepto	EF orig.	EF mod.	EF ref.	EP orig.	EP mod.	EP ref.	EM orig.	EM mod.	EM ref.
Climatización	158.18	158.18	216.77	208.60	208.60	255.71	41.73	41.73	67.42
Iluminación	6.36	6.36	26.29	11.66	11.66	51.37	1.98	1.98	8.70
A.C.S.	0.56	0.56	1.88	1.02	1.02	3.68	0.17	0.17	0.62
Total	165.09	165.09	244.95	221.28	221.28	310.76	43.88	43.88	76.75

EF: Energía final (kW·h/m²), EP: Energía primaria (kW·h/m²), EM: Emisiones CO2 (kg CO2/m²)

orig: original, mod: modificado, ref: referencia, la superficie utilizada es la suma de la acondicionada y la no acondicionada

Calificación en emisiones:

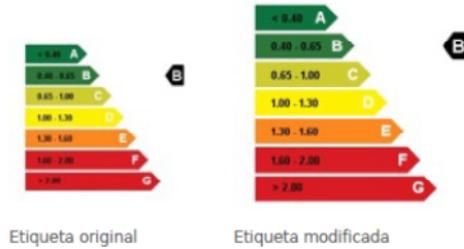
Original: **B** IEE = 0.572

Modificada: **B** IEE = 0.572

Calificación en energía primaria no renovable:

Original: **C** IEE = 0.712

Modificada: **C** IEE = 0.712



IEE: Indicador de eficiencia energética = EM / EM ref.

En concreto, se consigue reducir la **energía final consumida por la caldera** desde 64.009kWh/año a 55.143kWh/año, que supone un descenso del 13,85%. El consumo de energía primaria relativa a la actividad de la caldera se reduce desde los 76.293,7 kWh/año a los 65.766kWh/año, que supone un descenso del 13,80%.

Como consecuencia del aumento del aislamiento en los cerramientos y el cambio de caldera, el consumo de energía final en climatización pasa de 192,84kWh/m2 a 158,18kWh/m2, que representa una reducción del 18,0%. El consumo de energía primaria para climatización se reduce de 301,29kWh/m2 a 208,60kWh/m2, que supone una reducción del 30,8%.

En total, con estas dos medidas, el edificio reduce su consumo de energía primaria de 313,95kWh/m2 a 221,28kWh/m2, que representa una reducción del 29,5%. No obstante, a pesar de la reducción de la demanda energética, el edificio y sus instalaciones mantienen su clasificación energética clase C en energía primaria no renovable y no consiguen una calificación energética clase B.

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

5. CONCLUSIÓN.

Se ha observado que el edificio de uso administrativo planteado no cumple con los requerimientos establecidos en el CTE DB-HE0 de limitación del consumo energético, puesto que tiene una calificación energética de energía primaria clase C, cuando la DB-HE0 establece un requerimiento de clase B o superior.

Por otro lado, se observa que el edificio objeto cumple adecuadamente los requerimientos especificados en el CTE DB-HE1 de Limitación de la demanda energética. El edificio objeto tiene una demanda inferior al edificio de referencia en un 32,9%, que es un ahorro superior al 25% requerido.

En el presente trabajo, también se ha confirmado que aumentos reducidos en el espesor de aislamiento de los cerramientos exteriores permiten en esta edificación reducciones importantes en la demanda energética del edificio. En concreto, el incremento en 2cm del espesor de aislamiento de los cerramientos exteriores, ha supuesto la reducción de la demanda energética un 9,7%. También es importante destacar que se ha confirmado que, la sustitución de las calderas de gas convencionales por calderas de condensación, tiene un elevado impacto en el consumo de energía. En concreto, esta sustitución supone una reducción en el consumo de combustible de la caldera de calefacción del 13,8%. Con estas dos medidas de ahorro energético combinadas, se ha comprobado que se reduce el consumo de energía primaria un 29,5%.

Realizado por: JOSÉ F. RODRIGUEZ NOHALES	TRABAJO FIN DE MÁSTER Análisis Energético de un Edificio de Uso Administrativo y de sus Instalaciones en Piedrahita (Ávila) utilizando la herramienta informática Calener GT.	 UNIVERSITAS Miguel Hernández
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6. CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO.



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	TRABAJO FINAL DE MÁSTER		
Dirección	-		
Municipio	Piedrahita	Código Postal	-
Provincia	Ávila	Comunidad Autónoma	Castilla León
Zona Climática	E1	Año Construcción	Proyecto
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	CTE		
Referencia/s catastral/es	-		

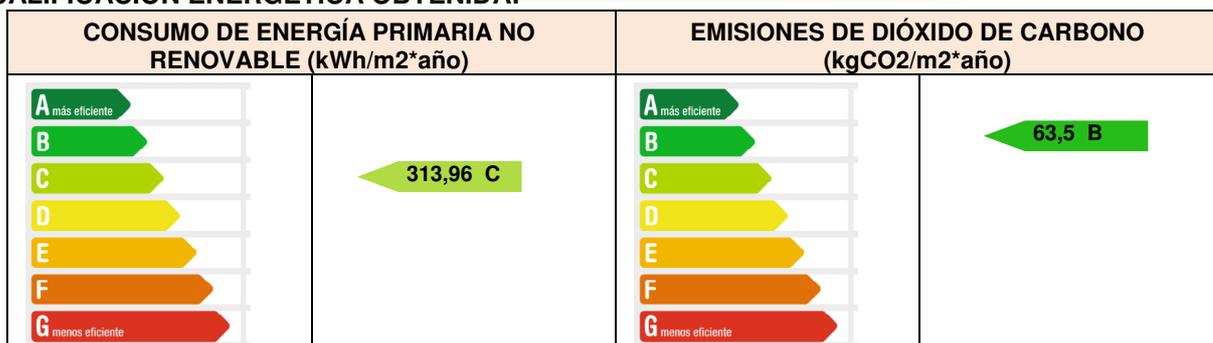
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda unifamiliar 	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Edificio Completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSE F. RODRIGUEZ NOHALES	NIF/NIE	
Razón Social	-		
Domicilio	DON JUAN DE BORBÓN		
Municipio	MURCIA	Código Postal	-
Provincia	MURCIA	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail:	Josef.rodriquezn@coiirm.es	Teléfono	
Titulación habilitante según normativa vigente:	INGENIERO INDUSTRIAL		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión	HU CTE-HE y CEE 1.0.1493.1049 de fecha 10-mar-2016. Calener GT .		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha 7/07/2016

Firma del técnico certificador:

- Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II. Calificación energética del edificio.
- Anexo III Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.
- Anexo IV Cumplimiento de los requisitos medioambientales.
- Anexo V Información y recomendaciones de eficiencia energética.
- Anexo VI. Etiqueta energética.

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	434,00
---------------------------------------------	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta plana	Cubierta	434,00	0,34	Usuario
Suelo	Suelo	434,00	0,53	Usuario
Fachada	Fachada	288,00	0,48	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Ventanas	Hueco	42,00	2,60	0,78	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	2,40	2,40	0,78	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
CALD-VAILLANT282-5	Caldera de Combustible	28,00	91	Gas Natural	Usuario

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
ENF-EAGLET48	Enfriadora Compresor Eléct.	46,20	282	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		46,20			

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m²)	VEEI (W/m²100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	7,56	1,19	633
P01_E02	3,50	1,68	208
P01_E03	6,80	1,21	584
P01_E04	6,80	1,21	562
P01_E05	6,07	1,11	548
P01_E06	6,38	1,13	563
P01_E07	2,15	1,64	131
TOTALES	5,50		

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m²)	Perfil de uso
P01_E01	36	noresidencial-8h-alta
P01_E02	32	noacondicionado-8h-alta
P01_E03	40	noresidencial-8h-alta
P01_E04	40	noresidencial-8h-alta
P01_E05	112	noresidencial-8h-alta
P01_E06	96	noresidencial-8h-alta
P01_E07	78	noacondicionado-8h-alta

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	89,15	89,15
TOTALES	0	0	89,15	89,15

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	1.440,00
TOTALES	1.440,00



ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	E1	Uso	Certificación Existente
-----------------------	----	------------	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	63	CLIMATIZACIÓN		ACS	
	63,53 B	<i>Emisiones climatización (kgCO₂/m² año)</i>	B	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	A
		61,38		0,17	
		ILUMINACIÓN			
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>		<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	A		
		1,98			

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

	kgCO ₂ 'm ² .año	kgCO ₂ 'año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	22,53	9.778,0
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	41,00	17.797,9

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

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

		INDICADORES PARCIALES			
	313,96	CLIMATIZACIÓN		ACS	
	313,96 C	<i>Energía primaria no renovable climatizac. (kWh/m²año)</i>	C	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
		301,29		11,65	
		ILUMINACIÓN			
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>		<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	A		
		1,02			

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CLIMATIZACIÓN E ILUMINACIÓN

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

DEMANDA DE CLIMATIZACIÓN		DEMANDA DE ILUMINACIÓN	
	192,84	6,36	6,36 A
192,84 C		<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de iluminación (kWh/m²año)</i>
<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>		<i>Demanda de iluminación (kWh/m²año)</i>	

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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

Los **puentes térmicos** considerados en este edificio y sus longitudes son:

Encuentro	Longitud	Descripción
Fachada-Frente forjado	0	No hay
Fachada-cubierta	90	Cubiertas Planas sin continuidad en el aislamiento de fachada y el de cubierta
Esquinas exteriores de fachadas	16	Esquinas salientes
Esquinas interiores de fachadas	3,2	
Forjado Inferior contacto con aire	0	
Fachada - alfeizar de huecos	28	Continuidad entre el aislamiento del muro y carpintería
Fachada - dintel de huecos	29,2	Continuidad entre el aislamiento del muro y carpintería
Fachada - jambas de huecos	46	Continuidad entre el aislamiento del muro y carpintería
Fachada con pilares	1	
Fachada con suelo contra el terreno	88,8	Muros con aislamiento pero sin continuidad entre el aislamiento de la solera

La **ventilación** requerida en cada una de las zonas del edificio según el apartado IT 1.1.4.2.3 del RITE es:

Recinto	Superficie (m ²)	Categoría Aire Interior	Ocupación (personas)	Ventilación (l/s por pers.)	Ventilación Total (m ³ /h)
Despacho 1 P01_E01	36	IDA-2	5	12,5	225
Despacho 2 P01_E03	40	IDA-2	6	12,5	270
Despacho 3 P01_E04	40	IDA-2	6	12,5	270
Sala Grande P01_E05	112	IDA-2	14	12,5	630
Sala Pequeña P01_E06	96	IDA-2	12	12,5	540
Pasillo P01_E07	78	IDA-2	0		0
Aseos P01_E02	32	IDA-3	0	8	0
TOTAL	434		43		1935

ANEXO V

CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES

Esta instalación cumple los siguientes requisitos establecidos en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios:

- Se realizan revisiones de mantenimiento preventivo anual, de acuerdo con la IT 3.3 que establece esa frecuencia para las instalaciones de aire acondicionado con una potencia de entre 12kW y 70kW.

- Se realizan inspecciones periódicas de eficiencia energética cada 5 años, puesto que la IT 4.3.2 del RITE establece esa frecuencia para las instalaciones de aire acondicionado con generadores de frío con potencia superior a 12kW.



INFORMACIÓN Y RECOMENDACIONES DE MEJORA ENERGÉTICA

El titular de la instalación puede **ampliar información de las mejoras propuestas** de ahorro energético en las siguientes páginas web:

- Guía Técnica de Soluciones de Aislamiento con Vidrios y Cerramientos. IDAE.

http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_guia_tecnica_vidrios_y_cerramiento_v05_2dfc482b.pdf

Adicionalmente, existen **subvenciones** para la adopción de medidas de eficiencia energética dependiendo de la comunidad autónoma. Puede recabar más información al respecto en:

- ¿Existen Ayudas públicas para la sustitución de ventanas, cambio de electrodomésticos o aire acondicionado?. IDAE.

<http://www.idae.es/index.php/id.6/relcategoria.122/relmenu.376/mod.faq/mem.detalle>



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL PROYECTO

ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio	USO ADMINISTRATIVO
Código Técnico Edificación (RD 314/2006)	Dirección	C/ El Palmeral
Referencia/s catastral/es	Municipio	Piedrahita (Ávila)
123456789XCRGREDADFFRESGR	C.P.	05500
	C. Autónoma	Castilla y León

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh / m ² año	Emisiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente		
B		63,53
C	313,96	
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

	07/07/2016
	Válido hasta dd/mm/aaaa



7. ANEXO. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.

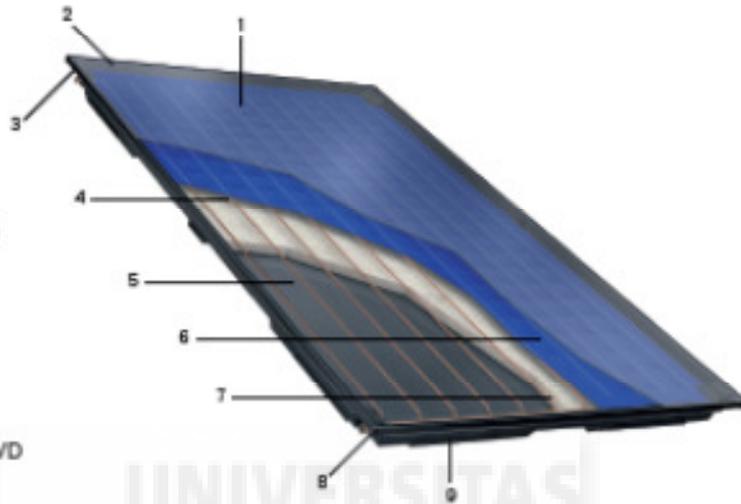
7.1 COLECTOR SOLAR PREVISTO. BUDERUS LOGASOL 4.0S.

Datos técnicos Logasol SKN 4.0

Conexiones

- 1 – Cristal solar de seguridad
- 2 – Vaina para sonda de temperatura
- 3 – Impulsión
- 4 – Soldadura por ultrasonidos
- 5 – Parilla de tubos
- 6 – Lámina absorbidora
- 7 – Aislamiento
- 8 – Rotorno
- 9 – Bastidor fibra de vidrio

Recubrimiento altamente selectivo PVD





Concedido el premio
IF de 2012 y del premio AKK
a la innovación, otorgado
mediante el artículo 3011.

Captador solar		Logasol SKN 4.0	Logasol SKN 4.0
Tipo de montaje		vertical	horizontal
Dimensiones	> [mm]	1.175 x 2.017 x 87	2.017 x 1.175 x 87
Área total	> [m ²]	2,37	2,37
Área de apertura	> [m ²]	2,25	2,25
Área de absorción	> [m ²]	2,18	2,18
Volumen de absorbidor	> [l]	0,04	1,35
Peso vacío m	> [kg]	40	40
Revestimiento		Altamente selectivo (PVD)	
	Absortividad > [%]	95 ± 2	
	Emisividad > [%]	5 ± 2	
Factor de eficiencia η^* > [%]		0,796	0,77
Coefficiente pérdida lineal K_1	> [W/m ² K]	3,216 ^(1,2)	3,871 ^(1,2)
Coefficiente pérdida secundaria K_2	> [W/m ² K ²]	0,015 ^(1,2)	0,012 ^(1,2)
Capacidad térmica [J/K]	> [J/m ² K]	8.440	11.280
UAM de (50°)		0,02	0,02
Presión máxima p _{max}	> [bar]	6	6
Caudal nominal	> [kg/h]	50	50

*Referido al área de apertura, conforme al ensayo según la norma UNE EN 12875-2:2001

1) Ensayo según norma UNE EN 12875-2:2001.

2) Cálculo según η_p .

3) Referido a área de apertura

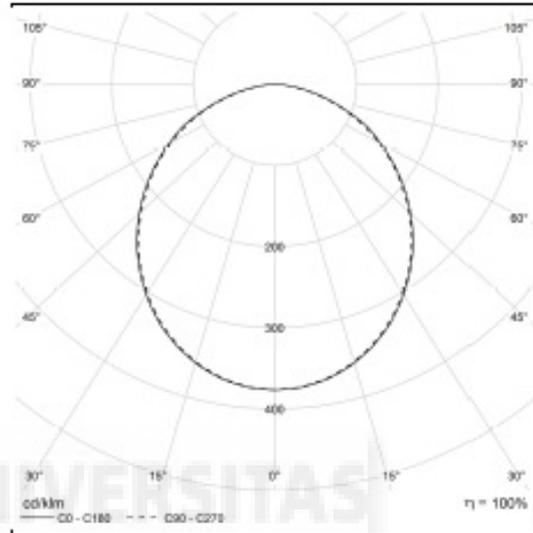
7.2 DOWNLIGHT SIMON 725 REF. 72523033-984.

Downlight 725.23 empotrado NW Advance GENERAL...



GENERAL

725.23



SIMON 72523033-984.
Luminaria tipo downlight
interior empotrable,

72523033-984
Empotrado
D x H: 155x51 mm

IP 20

Características técnicas:
IP20. Flujo 1300. Tc LED NW.
Óptica GENERAL. CRI 80

Potencia 14W. Equipo
electrónico.

Acabado en aluminio, 0,5 Kg.

Certificaciones:

2006/96/CE - Directiva Baja
Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60696: 2006
Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos
LED
para alumbrado general.
Requisitos de
seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007
Dispositivos
de control de lámpara.

Lámparas

1x LED 725.23 NW AD GENERAL
14 W
1300 lm
4000 K
230 V

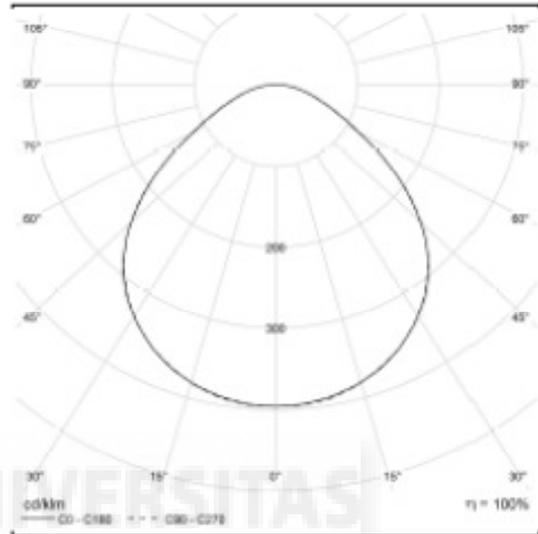
7.3 PANTALLA SIMON 720 ADVANCE. REF. 72060040-884.

Luminaria 720 Modular Advance M4 60x60 NW



GENERAL

720 M4



SIMON 72060030-884.
Luminaria tipo modular interior
empotrada.
Características técnicas:
IP44. Flujo 4100lm. Tc LED
4000K. Óptica GENERAL CRI
82. Potencia 34W. Equipo
electrónico.

Acabado en aluminio, 4,900 Kg.

Certificaciones:
2006/96/CE - Directiva Baja
Tensión.
2004/108/CE - Directiva CEM.
UNE-EN 60598: 2006
Luminarias.
UNE-EN 62031: 2009 Módulos
LED
para alumbrado general.
Requisitos de
seguridad.
UNE-EN 61347-2-13: 2007
Dispositivos
de control de lámpara.
UNE-EN 55015:2007 Límites y
métodos
de medida de las

72060040-884
Empotrado
L x W x H: 600x600x100 mm

IP 40

Lamparas

1x LED 720 M4 60x60 NW
34 W
4100 lm
4000 K
230 V

